

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kari Pekka Tanskanen

KOKOONPANTAVAN MUOVITUOTTEEN HÄVIKIN SEURANTA,
SYIDEN SELVITTÄMINEN JA ELIMINOINTI

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutus-
ohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
P. +358 13 260 6800

Tekijä
Kari Pekka Tanskanen

Nimeke
Kokoonpantavan muovituotteen hävikin seuranta, syiden selvittäminen ja eliminointi

Toimeksiantaja
Phillips-Medisize, Kontiolahti

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön toimeksianto tuli Phillips-Medisizeltä, jonka kokoonpantavan muovituotteen kokoonpano- ja ruiskuvalun tuotannon hävikkiä haluttiin seurata ja pienentää. Maailmanlaajuinen kilpailutilanteen koveneminen pakottaa seuraamaan hävikin kustannuksia.

Opinnäytetyössä tutustutaan ensin valmistusprosesseihin yleisesti. Tuotannon nykytilaa ja hävikin syitä selvitettiin ensin haastattelemalla tuotantoon liittyvien osastojen työnjohtajat. Seuraavaksi tein henkilöstökyselyn josta saatiin tärkeää tietoa hävikin aiheuttajista ruiskuvaluosastolla. Tutkittiin vuoden 2014 tuotannon poikkeamaraportit jotka yhdistämällä henkilöstökyselyyn antavat tarkan kuvan hävikin juurisyistä.

Opinnäytetyön tuloksena selvisi ruiskuvalun suurimmat hävikin aiheuttajat ja ennaltaehkäisevät toimenpiteet niille. Ruiskuvalun hävikkiä saatiin pienennettyä, mutta sinne jäi vielä potentiaalisia kehityskohteita. Kokoonpanosta saatiin siivoushävikki pieneneään hyväksyttävälle tasolle.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää tuotannossa. Mahdollisia tuotannon kehityskohteita ovat jatkuvan parantamisen filosofian Kaizen käyttöönotto ja hävikin seuraaminen sekä hävikistä henkilöstölle tiedottaminen.

Kieli
suomi

Sivuja 47
Liitteet 7
Liitesivumäärä 8

Asiasanat
ruiskuvalu, kokoonpano, hävikki, hävikin seuranta



THESIS
May 2015
Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +358 13 260 6800

Author (s)
Kari Pekka Tanskanen

Title
Scrap Control of plastic part assembly, detection and elimination of the scrap sources

Commissioned by
Phillips-Medysize, Kontiolahti plant

Abstract

The assignment of this thesis came from Phillips-Medysize who was willing to decrease and keep control the scrap cost of their assembly lines and injection moulding production. Global competition is getting harder and thus it drives producers to improve their scrap control.

The first part of thesis introduces the manufacturing processes in general. First, the current state of production and causes of scrap were studied with the help of interviews with the supervisors involved in production. The next stage was to conduct a staff survey which revealed important information about the causes of the scrap in the injection molding. I studied the production deviation report for the year 2014 which combined with the staff survey give a picture of the scrap of root causes.

The result of this study explain the most important injection molding causes of scrap and preventative actions for them. The assembly waste of the weekly cleaning decreased acceptable level.

The results of the study can be utilized in various ways in production. Possible production development targets would be introduction of Kaizen philosophy of continuous improvement and monitoring scraps and sharing information about scrap level with staff.

Language
Finnish

Pages 47
Appendices 7
Pages of Appendices 8

Keywords
injection moulding, assembly, scrap, scrap control

ESIPUHE

Haluaisin kiittää Phillips-Medisizeä ja erityisesti Perttu Huovista ja Juha-Pekka Maarasta mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö näin mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta. Samat henkilöt ansaitsevat kiitokset lisäksi kiinnostuksesta työtäni kohtaan sekä tarjoamastaan tuesta ja ohjauksesta.

Työtäni valvovaa Di Jarno Mertasta haluan kiittää neuvoista ja ohjeista sekä uhraamastaan ajasta. Haluan myös kiittää asiantuntevasta ja rakentavasta palautteesta.

Olen työskennellyt yli 20 vuotta ruiskuvalettujen muoviosien ja niihin liittyvien muottien ja koneiden kanssa. Aina on puhuttu tuotannon tehokkuudesta ja hävikin pienentämisestä, mutta harvassa tehtaassa se on hyvällä tasolla. Tässä työssäni käytän hyväksi vahvaa kokemusta muoviteollisuudesta ja paneudun ongelmiin syvällisesti ja pyrkimyksenä etsiä juurisyyt ja ratkaista ne.

Haastattelut ovat olleet tärkeä osa tuotannon nykytilan selvityksessä ja haluaisin kiittää kaikkia haastatteluihin osallistuneita henkilöitä. Työn kannalta tärkeät haastattelut olen saanut tuotannon henkilöstöltä ja koeajajilta. Heiltä olen saanut tärkeää tietoa tuotannon tilasta ja ongelmista.

Toivon, että opinnäytetyöstäni on hyötyä Phillips-Medisizelle parantuneena kannattavuutena, hävikin pienenenemisenä ja kilpailukyvyn paranemisena.

Joensuussa 28.5.2015

Pekka Tanskanen

Sisältö

1	Johdanto	8
1.1	Työn tarkoitus	8
1.2	Työn taustaa	8
1.3	Nykytilan selvitys	8
1.3.1	Raaka-aineen käsittely	9
1.3.2	Lisälaitehuolto	9
1.3.3	Muottihuolto	10
1.3.4	Mittausosasto	10
1.3.5	Kokoonpano-osasto	10
1.3.6	Ruiskuvaluosasto	11
2	Cpk Suorituskykyindeksi	11
3	Kokoonpantava tuote ja ruiskuvalu	13
3.1	Lääkeannostelija	13
3.2	Ruiskuvaluprosessi	13
3.2.1	Historia	14
3.2.2	Ruiskuvalukone	15
3.2.3	Sulkuyksikkö	16
3.2.4	Ruiskutusyksikkö	17
3.2.5	Käyttöyksikkö	18
3.2.6	Ruiskuvalumuotti	19
3.2.7	Ruiskuvalukoneen työkierto	20
3.3	Kokoonpanoprosessi	22
4	Henkilöstökysely	23
4.1	Haastattelu	23
4.2	Puolistrukturoitu haastattelumenetelmä	24
4.3	Henkilöstökyselyn tulokset	24
4.4	Suurimmat hävikin syyt	25
4.5	Poikkeamaraporttien käsittely	26
4.6	Kehityskohteet ruiskuvaluosastolla	26
4.7	Ruiskuvalettujen muovikappaleiden laadun määrittäminen	27
4.8	Tuotannon hävikistä tiedottaminen	28
5	Poikkeamaraporttien 2014 hävikin syyt	28
5.1	Poikkeamaraportit	28
5.2	Hävikin syyt 2014	28
6	Hävikin syiden pohdinta	29
6.1	Hävikin syyt yhdistetty	29
6.2	Yhteenveto hävikin syistä	30
7	Hävikin syiden selvitys ja ehkäisevät toimenpiteet	31
7.1	Viisi suurinta hävikkiä	31
7.2	Mitat/Cpk-ylitys	31
7.2.1	Raaka-aine-erän vaihtuminen	32
7.3	Kalvo	33
7.4	Vesivuodot ja letkut	34
7.5	Kappaleet lattialla	35
7.6	Kolhut ja ruhjeet	35
8	Hävikin seuranta	36
8.1	Hävikin seurannat kokoonpanossa ja ruiskuvalussa	36
8.2	Ruiskuvalukone valmistajien tuotannon tiedonkeruuhjelmat	36

8.3	Hävikin seurannan järjestäminen ruiskuvasastolle	38
8.3.1	Romutettavien muovikappaleiden painon mittaus.....	38
8.4	Kokoonpanolinjojen siivous.....	39
8.5	Seurantapalaverit hävikin ennalta ehkäisyyn	39
9	Tulokset	40
9.1	Kokoonpanolinjojen siivoukset.....	40
9.2	Ruiskuvalun hävikki	41
9.3	Ruiskuvalun hävikin syyt tammi- huhtikuu 2015	42
9.4	Pohdintaa ruiskuvalun hävikistä.....	43
10	Parannusehdotuksia	43
10.1	Lean ja kahdeksan hukkaa	43
10.2	Laatuongelmat, Toyotan ongelmanratkaisumalli.....	44
10.3	Lean kahdeksas hukka, osaamisen vajaa käyttö.....	45
10.4	Kaizen.....	45
11	Pohdinta.....	46
	Lähteet.....	47

Liitteet

Liite 1	Kalanruotokaavio
Liite 2	Henkilöstökyselylomake
Liite 3	3D Vesikiertokaavio
Liite 4	Tuotannon seuranta Excel
Liite 5	Syykoodit
Liite 6	Palaverimuistio
Liite 7	Toyota A3

Lyhenteet

Cpk	Suorituskykyindeksi
DPM	Viallisia tuotteita miljoonaa valmistetua kohden
LSL	Lower Specification Limit – Alempi spesifikaatoraja
PBT	Polybuteenitereftalaatti muovi
PC	Polykarbonaatti muovi
POM	Polyasetaali muovi
PP	Polypropeeni muovi
USL	Upper Specification Limit – Ylempi spesifikaatoraja
\bar{x}	Yksittäinen tulos. Jos viiva päällä niin otoskeskiarvo
σ	Perusjoukon keskihajonta. Jos viiva päällä niin arvioitu

1 Johdanto

1.1 Työn tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on parantaa kohdeyrityksen ruiskuvalu- ja kokoonpanotuotannon saantoa prosessien eri vaiheissa. Tavoitteena on saavuttaa huomattavia säästöjä pienentämällä tuotannon hävikkiä lääkeannostelijan valmistusprosessissa. Työssäni tutkin ja selvitän niitä tuotannon osa-alueita, joilla on merkitystä tuotannon hävikkiin.

1.2 Työn taustaa

Kilpailu teollisuudessa kiristyy entisestään ja yritysten tulee pärjätäkseen koko ajan parantaa tuotantoaan. Laadun parantaminen ja hävikin pienentäminen on yksi tehokkaimmista keinoista parantaa kannattavuutta.

1.3 Nykytilan selvitys

Nykytilan selvitys tuntui alussa vaikealta ja haasteelliselta tehtävältä. Phillips-Medisizen Kontiolahden tehdas on siisteydeltään maailman huippua ja kaikki toiminnot tuotannossa näyttävät toimivan mallikkaasti. Ensimmäisten viikkojen aikana käytin aikaa paljon tuotannossa olemiseen ja tuotantohenkilöstön kanssa tuotantoon liittyvien asioiden läpi käymiseen. Muistiinpanojen tekemisessä ja nykytilan selvityksessä käytin apuna kalanruotokaaviota. (Liite 1).

Vuoden 2014 tuotannon poikkeamaraporttien läpikäymisestä sain historia tietoa tuotannon hävikistä. Vanhoista tuotannon poikkeamaraporteista sain tietoa siitä, mihin osa-alueisiin kannattaa keskittyä hävikin syiden etsinnässä.

Henkilöstökyselyllä sain tietoa henkilöstön näkemyksestä hävikkiin ja sen syihin. Tuotantohenkilöstö kertoi avoimesti tuotannon hävikistä ja mistä se aiheutuu, tämä helpotti paljon nykytilan selvittämisessä.

1.3.1 Raaka-aineen käsittely

Raaka-ainevaraston tehtävänä on säilyttää muovimateriaalit varastossa ja siirtää ne ruiskuvalukoneille.

Raaka-aineet imevät kosteutta ympäröivästä ilmasta. Eteenkin kesällä ja sateisella kelillä ilman suhteellinen kosteus nousee korkeaksi. Osa raaka-aineista tarvitsee kuivausta ennen ruiskupuristusta, esim. PBT- ja PC muovit ovat herkkiä kosteudelle. Raaka-aineessa oleva kosteus aiheuttaa ruiskupuristetuissa kappaleissa laatupoikkeamia, joista yleisimmät ovat mekaaninen heikkous ja hopeajuovat kappaleiden pinnalla.

Raaka-aineet ovat varastoituna lämpimässä ja puhtaassa tilassa lähellä raaka-aineen kuivaajia. Raaka-aineen kuivaajat ovat kuivailmakuivaajia, joilla saadaan hyvä ja nopea kuivaustulos aikaiseksi. Raaka-aineen siirrot kuivaajiin ja ruiskuvalukoneille tapahtuvat automaattisesti alipainelinjojen ja annostelijoiden kautta. Raaka-ainekuivaajat on tunnetuilta eurooppalaisilta valmistajilta ja ne ovat säännöllisen kalibroinnin piirissä. Kokonaisuudessaan raaka-ainevarasto ja raaka-aineen kuivaus näyttää olevan hyvässä kunnossa ja ei ole aihetta epäillä hävikin syyksi raaka-aineen käsittelyä.

1.3.2 Lisälaitahuolto

Lisälaitahuollossa tutustuin muotin temperointilaitteiden kunnossapitoon ja testaukseen. Lisälaitahuollosta sain asiantuntevan muotin temperointilaitteiden teknisen esittelyn. Lisälaitahuollossa on hyvät tilat huoltaa ja testata temperointilaitteet. Testauksen yhteydessä kalibroidaan veden lämpötila ja tarkastetaan pumpun kunto, paine- ja virtausmittauksin. Vain huolletut ja testatut laitteet

voidaan siirtää tuotantoon. Lisälaittehuolto näyttää mallikkaalta ja eikä näytä siltä, että muotin temperointilaitteet olisivat syynä suureen tuotannon hukkaan.

1.3.3 Muottihuolto

Muottihuollossa kävimme läpi muottien korjaamista ja huoltoa. Muottihuollon tilat ovat siistit ja siellä nykyaikaiset koneet. Henkilöstöllä on pitkäaikainen kokemus muottien huollosta. Lääkeannostelijan muotit on valmistanut tunnetut ja hyvänä pidetyt eurooppalaiset muottivalmistajat. Säännöllinen muotihuolto varmistaa muottien pitkän iän ja laadukkaat muovikappaleet. Kävimme läpi muottien korjaamista, ja sieltä tuli esille, että muovikappaleissa on aika paljon kalvojen korjauksia.

1.3.4 Mittausosasto

Muovikappaleiden mittauksessa on ongelmana jälkikutistuminen. Joillakin muoveilla on pitkä jälkikutistuma-aika, esim. POM-muovi kutistuu hitaasti vielä useamman päivän ajan. Jälkikutistumasta johtuen kappaleiden odotusajan ennen mittausta pitäisi pysyä mahdollisimman samana joka kerta. Tuotannossa on ollut ongelmana CPK-mittojen epävakaus joillakin muovikappaleilla. Muovikappaleiden mitat ovat hyvin ylä- ja alatoleranssien sisällä, mutta CPK-arvo jää alle vaaditusta 1.33, mistä seuraa muovikappaleiden romutus. Mittausosastolla on viimeisintä tekniikkaa olevat mittausvälineet ja eikä ole aihetta epäillä mittauksella olevan osuutta CPK-mitta ongelmiin.

1.3.5 Kokoonpano-osasto

Kokoonpano-osastolla on kaksi täysin automaattista kokoonpanolinjaa lääkeannostelijalle. Kokoonpanokoneet käyvät nopealla jaksonajalla ja valmiit lääkeannostelijat menevät hihnaa pitkin robotin pakattaviksi. Kokoonpanolinjoilla on tehty jo paljon korjaavia toimenpiteitä hävikin pienentämiseksi. Tässä opinnäyte-

työssä ei ole tarkoitus paneutua korjaamaan kokoonpanolinjojen teknisiä vikoja, vaan etsiä helpot kohteet hävikin parantamiseen.

1.3.6 Ruiskuvaluosasto

Ruiskuvaluosasto on sijoitettu puhtastilaan, jossa puhtaus ja siisteys on huipputasolla. Ruiskuvalukoneita ja muita laitteita puhdistetaan säännöllisesti siivousohjeen mukaisesti. Ruiskuvalukoneet käyvät hyvin ja parametrien valvonnat on käytössä mallikkaasti, mikä mahdollistaa valettujen muovikappaleiden tasaisen laadun. Kokonaisuudessaan ruiskuvaluosasto on paras mitä olen koskaan nähnyt ja tuli tuntuma, että tätä on mahdotonta enää parantaa.

2 Cpk Suorituskykyindeksi

Cpk kuvaa prosessin suorituskykyä suorituskykyindeksinä. Cpk:ssa lasketaan keskiarvon poikkeamaa toleranssialueen keskikohdasta ja tavoitteena pidetään, että tavoitearvo olisi toleranssialueen keskikohdassa. Cpk ottaa huomioon tulosten keskiarvon poikkeaman toleranssivälin keskikohdasta. Cpk:n luotettava laskeminen vaatii toleranssille ylä- ja alarajat ja laskeminen tapahtuu määriteltäjä toleransseja vastaan (Kaava 1). (six-sigma-material 2015.)

$$Cpk = \min \left(\frac{USL - \bar{x}}{3\bar{\sigma}}; \frac{\bar{x} - LSL}{3\bar{\sigma}} \right)$$

Jossa

USL= Ylempi spesifikaatoraja

LSL= Alempi spesifikaatoraja

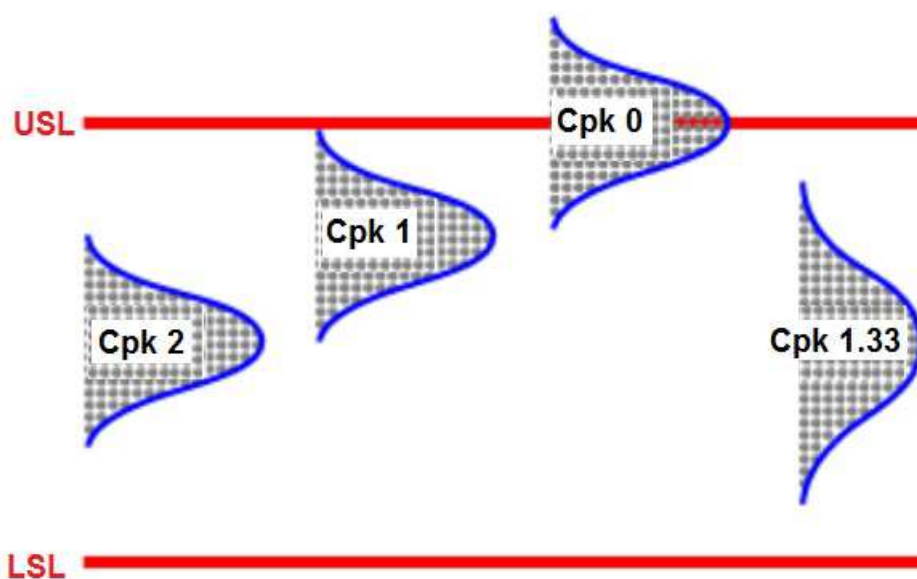
$\bar{\sigma}$ = Otoskeskiarvo

\bar{x} = Keskihajonta arvioitu

Taulukko 1. Cpk-indeksin arvot normaalijakaumalla (six-sigma material 2015).

Cpk	Sigma	Prosessin saanto	DPM
0,33	1	68.27%	317311
0,67	2	95.45%	45500
1,00	3	99.73%	2700
1,33	4	99.99%	63
1,67	5	99.9999%	1
2,00	6	99.9999998%	0.002

Taulukosta näkee, että Cpk-arvolla 1.33 prosessin saanto on 99.99% ja 63 kappaletta miljoonasta on toleranssialueiden ulkopuolella.



Kuva 1. Normaalijakaumakäyrän sijainnin merkitys Cpk-arvoon
(Kuva: statisticalprocesscontrol 2015.)

Kuvasta näkyy kuinka normaalijakauman sijainti toleranssialueen keskikohtaan verrattuna muuttaa Cpk-arvoa. Tämän takia olisi tärkeää saada muovikappaleiden mitat hyvin lähelle ylä- ja alaspesifikaatio rajan keskelle.

3 Kokoonpantava tuote ja ruiskuvalu

3.1 Lääkeannostelija

Kokoonpantava tuote on lääkeannostelija, johon voidaan asettaa haluttu annos lääkettä, joka näkyy numerona laitteen runkoon liitettyssä ikkunassa. Asetettu annosmäärä ruiskutetaan painamalla peukalolla annostusnappia. Tuote koostuu kahdesta alikokoonpanosta. Toisessa alikokoonpanossa on 10 muoviosaa (kierre, kytkin, asteikko, ikkuna, pyöritin, ruuvi, lukko, runko, laakeri ja nappi) sekä yksi metalliosa jousi ja toisessa alikokoonpanossa on vain kaksi muoviosaa tuppi ja pidin. Tässä työssä käsitellään 12 muoviosan ja yhden metalliosan ruiskuvalu- ja kokoonpanoprosessia. Osat ovat pieniä, massan vaihdellessa kolmesta milligrammasta kolmeen grammaan. Kokoonpano painaa yhteensä n.12 g. (Juha-Pekka Maaranen 2012.)

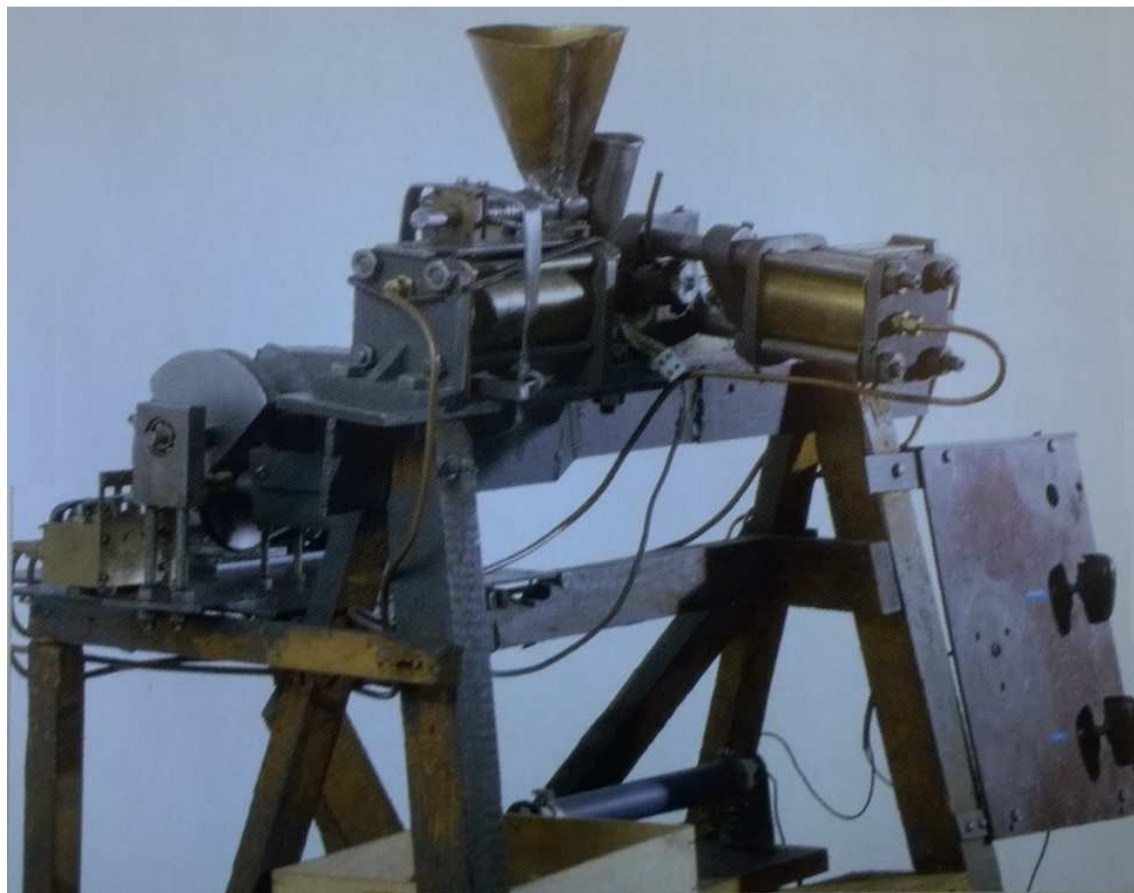
3.2 Ruiskuvaluprosessi

Ruiskuvalumenetelmä on suurten sarjojen valmistusmenetelmä ja on tarkoitettu ensisijaisesti polymeerimateriaalien ruiskuvaluun. Menetelmä soveltuu erinomaisesti suurille tuotantomäärille, sopiva tuotantomäärä on pienimmillään muutamien satojen kappaleiden luokkaa ja ylärajaa ei ole olemassa. Suuria määriä valmistettuja muovikappaleita ovat esim. virvoitusjuomapullojen korkit ja kertakäyttöiset ruokailuvälineet. Kuumakanavamuottiteknikalla voidaan valmistaa useita kymmeniä pienikokoisia muovikappaleita yhden työkierron aikana. Pieniä määriä ruiskuvalettuja kappaleita voidaan valmistaa, jos muilla tuotantomenetelmillä ei voida saada aikaan samoja materiaali- ja tuoteominaisuuksia. Ruiskuvalettavan materiaalin on oltava muovattavissa paineen avulla, ja sillä on oltava riittävät virtausominaisuudet. Ruiskuvalamalla voidaan valmistaa monimutkaisen muotoisia, ohutseinämäisiä muovikappaleita, jotka ovat parhaimmillaan heti käyttövalmiita ruiskuvalun jälkeen. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

3.2.1 Historia

Amerikkalainen John Wesley Hyat teki ensimmäisen ruiskutusvalun muottiin vuonna 1868 valmistaessaan biljardipalloja selluloidista. Vuonna 1872 John ja hänen veljensä Isaiah patentoivat ruiskuvalukoneen. Ensimmäinen ruiskuvalukone toimi mäntäperiaatteella, jossa muoviraaka-aine täytettiin lämmitettyyn sylinteriin ja muovin lämmettyä mäntä työnsi muovisulan muottiin. Ruiskuvaluprosessi säilyi suunnilleen samanlaisena vuoteen 1946, jolloin James Hendry valmisti ensimmäisen ruiskuvalukoneen jossa oli ruuvi sulatussylinterissä männän sijaan. Pyörivä ruuvi joka annosteli muoviraaka-aineen ulkopuolelta lämmitettyyn sulatussylinteriin, teki myös sulan muovin ruiskutusiskun muottiin. Aikaan pyörivä ruuvi aiheutti vallankumouksen muovituotteiden valmistuksessa ja tänä päivänä noin 95 % ruiskupuristuskoneista käyttää ruuvia.

(Plastics Historical Society 2011, Valuatlas 2015.)



Kuva 2. Perloksen ensimmäinen ruiskuvalukone vuodelta 1953. (Kuva: Parakin perältä pörssiyhtiöksi, Perlos 2003.)

3.2.2 Ruiskuvalukone

Nykyaikainen ruiskuvalukone on täyssähkökäyttöinen ja siinä on öljyä vain voiteluaineena liikkuvissa koneistoissa. Ensimmäisen täyssähköisen ruiskuvalukoneen esitteli Japanilainen Nissei Plastic Industrial vuonna 1983. Täyssähköinen ruiskuvalukone on tarkempi kuin perinteinen hydraulinen, johtuen servomootto-reiden tarkemmista muotin ja ruiskutuksen liikkeistä. Sähkönkulutus on täyssähköisellä ruiskuvalukoneella pienempi ja riippuen käytetystä jaksonajasta joka kompensoi kalliimpaa hankintahintaa perinteiseen verrattuna. (Paulsontarining 2015, Nissei 2015.)

Ruiskuvalukoneen (kuva 3) pääasialliset tehtävät ovat muotin avaus ja sulkua, sulkuvoiman muodostaminen, plastisoidun massan ruiskutus muottiin sekä uuden muovianoksen plastisointi seuraavaa muotin täyttämistä varten. Muovisula ruiskutetaan yleensä suurella nopeudella muottipesään. Vaadittavan nopeuden saavuttamiseksi ja muotin täyttymisen varmistamiseksi tarvitaan voimakas ruiskutuspaine. Ruiskutuspaine aiheuttaa muotin sisällä olevaan polymeerimassan paineen, joka pyrkii aukaisemaan muottia. Tälle voimalle tarvitaan vastavoima eli muotin sulkuvoima. Ruiskuvalukoneet luokitellaan sulkuvoiman, ruiskutuspaineen ja ruuvikoon mukaan. Ruiskuvalukone voidaan jakaa kolmeen toiminnalliseen yksikköön jotka ovat: sulkua- ja ruiskutusyksikkö ja käyttöyksikkö josta hoidetaan koneen ohjelmointi. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

Tyypillisesti täyssähköisille ruiskuvalukoneille yleiset suorituskyky arvot ovat seuraavat

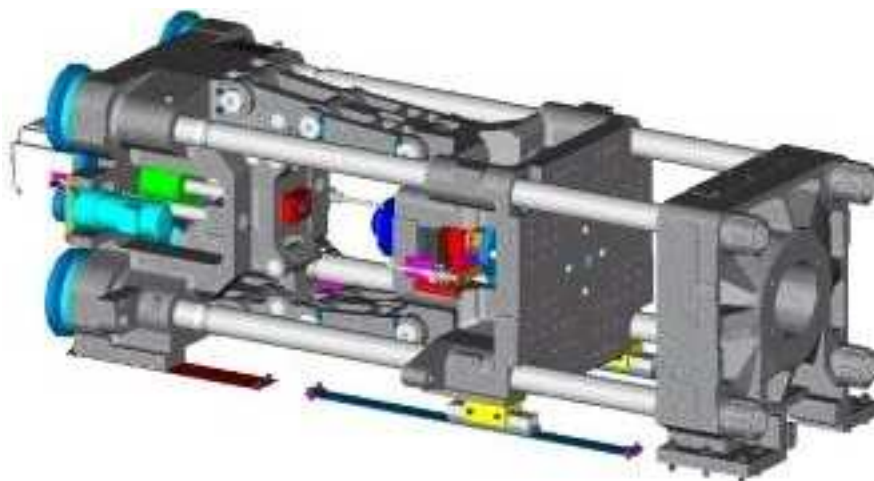
- sulkuvoima 70 - 10000 kN
 - ruiskutuspaine 120 - 300 MPa
 - ruuvin halkaisija 14 - 80 mm
 - jaksonaika min. 3s, (CD-valmistus)
- (Valuatlas 2015.)



Kuva 3. Sumitomo Demag täyssähköinen ruiskuvalukone (Kuva: Sumitomo Demag 2015.)

3.2.3 Sulkuyksikkö

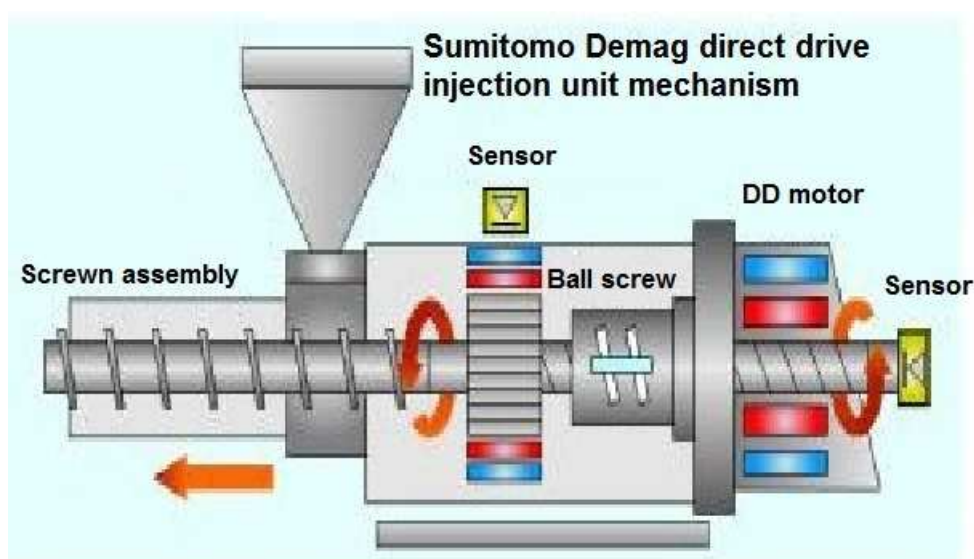
Sulkuyksikön tehtäviin kuuluu ulostyönnön palautus ja muotin sulkeminen ennen muovimassan ruiskuttamista. Jäähdytysajan jälkeen sulkuyksikkö avaa muotin ja ulostyöntö työntää valmiin muovikappaleen muotista ulos. Muotin etuosa kiinnitetään sulkuyksikön kiinteään muottipöytään. Muotin takaosa sulkuyksikön liikkuvaan muottipöytään ja ulostyöntövarsi kiinnitetään erillisellä lukkolaitteella ulostyöntökoneistoon. Sulkuvoima tuotetaan täyssähköisissä ruiskuvalukoneissa polvinivelistön avulla jota liikuttaa servomoottori kuularuuvien välityksellä. Täyssähköisissä ruiskuvalukoneissa muotin liikkeet ovat erittäin tarkat ja yhdenaikaiset muotin ja ulostyönnön liikkeet on mahdollisia. (Sumitomo Demag 2015.)



Kuva 4. Sumitomo Demag täyssähköisen ruiskuvalukoneen sulkuyksikkö (Kuva: Sumitomo Demag 2015.)

3.2.4 Ruiskutusyksikkö

Ruiskutusyksikön tehtävinä on plastisoida muoviraaka-aine, ruiskuttaa sula muoviraaka-aine muottipesään ja kompensoida muottikutistumaa jälkipaineella. Ruiskutusyksikkö liikuttaa sulatussylinterin suuttimen kiinni muottiin ja muodostaa pitovoiman jolla sulatussylinterin suutin tiivistyy muottiin. Täyssähköisen ruiskuvalukoneen ruiskutusyksikköön kuuluu sulatussylinteri, kuularuuvi ja servo moottorit. (Sumitomo Demag 2015.)



Kuva 5. Sumitomo Demag täyssähköisen ruiskuvalukoneen ruiskutusyksikkö. (Kuva: Sumitomo demag 2015.)

3.2.5 Käyttöyksikkö

Käyttöyksikön tarkoitus on ohjata ruiskuvalukoneen liikkeitä, sulatussylinterin lämpötilaa, muovimassan paineita ja ulkoisia laitteita esim. keernanveto koneikkoa tai kuumakanavasäädintä. Nykyaikaisen täyssähköisen ruiskuvalukoneen käyttöyksikön tietokone säätää ruiskuvalukonetta erittäin tarkasti. Esimerkiksi muotin liikkeiden hienosäätö voi tapahtua jopa sadasosa millimetrien tarkkuudella. Ohjausyksikkö tallentaa prosessin tapahtumia jopa tuhansien jaksojen ajalta ja tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi laadunvarmistamisessa. (Sumitomo Demag 2015.)



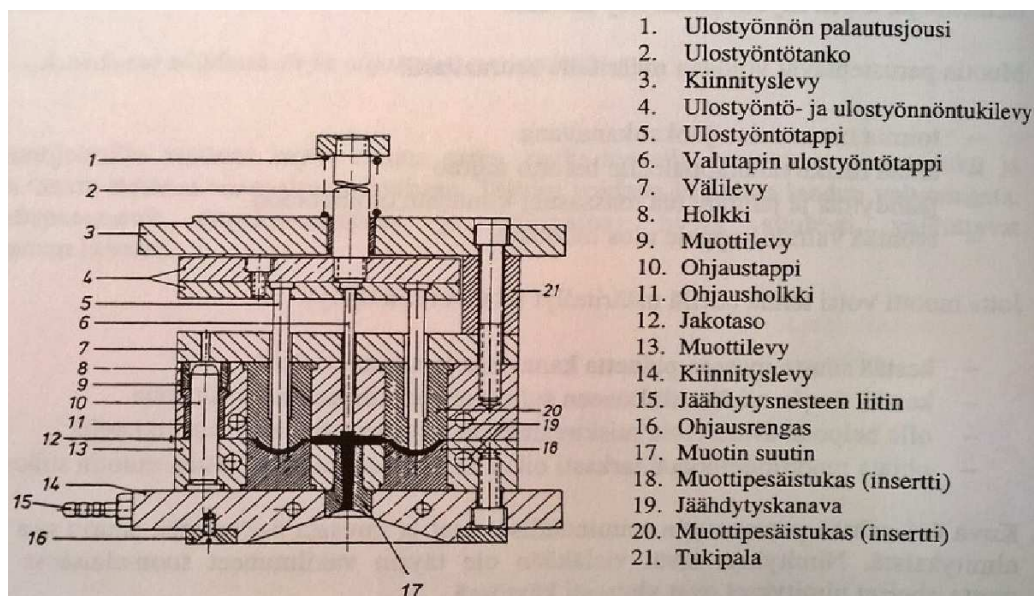
Kuva 6. Sumitomo Demag täyssähköisen ruiskuvalukoneen käyttöyksikkö. (Kuva: Sumitomo Demag 2015.)

3.2.6 Ruiskuvalumuotti

Ruiskuvalumuotti on ruiskuvalukoneeseen vaihdettava osa, jossa muottipesä antaa muovikappaleelle halutun muodon. Ruiskuvalumuotti on mitoitettava kestämään sulan muovimassan suurta painetta ruiskutuksen aikana. Muovimassan paine saattaa nousta korkeimmillaan jopa 3000 bariin saakka. Yksinkertainen ruiskuvalumuotti koostuu kahdesta osasta, liikkuvasta- ja kiinteästä muottipuolesta jotka on kiinnitetty ruiskuvalukoneen muottipöytiin. Monimutkaisissa ruiskuvalumuoteissa voi olla esim. kierroituslaite sisäpuolisen kierteen valmistamista varten tai monimutkaisia liikkuvia keernoja. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

Ruiskuvalumuotin hinnasta karkeasti kolmasosa koostuu muottiaihiosta ja valmisosista, kuten ohjaus- ja ulostyöntötapeista, suuttimista sekä käytöistä. Loput kaksikolmasosaa on työtä, joka sisältää mm. suunnittelua, koneistusta, kokoonpanoa ja testausta. Ruiskuvalumuotin hintaan vaikuttavia tekijöitä ovat käytetyt teräsmateriaalit, muottirakenne, suunniteltu kestoikä ja pesien lukumäärä.

Pieni ja yksinkertainen karkaistusta teräksestä valmistettu muotti maksaa noin 10000 €. Suureen sarjatuotantoon valmistettu tiukoilla mittatoleransseilla oleva monipesäinen muotti saattaa maksaa jopa yli miljoona euroa. (Eco molding 2015, valuatlas 2015)



Kuva 7. Ruiskuvalumuotti (Kuva: Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

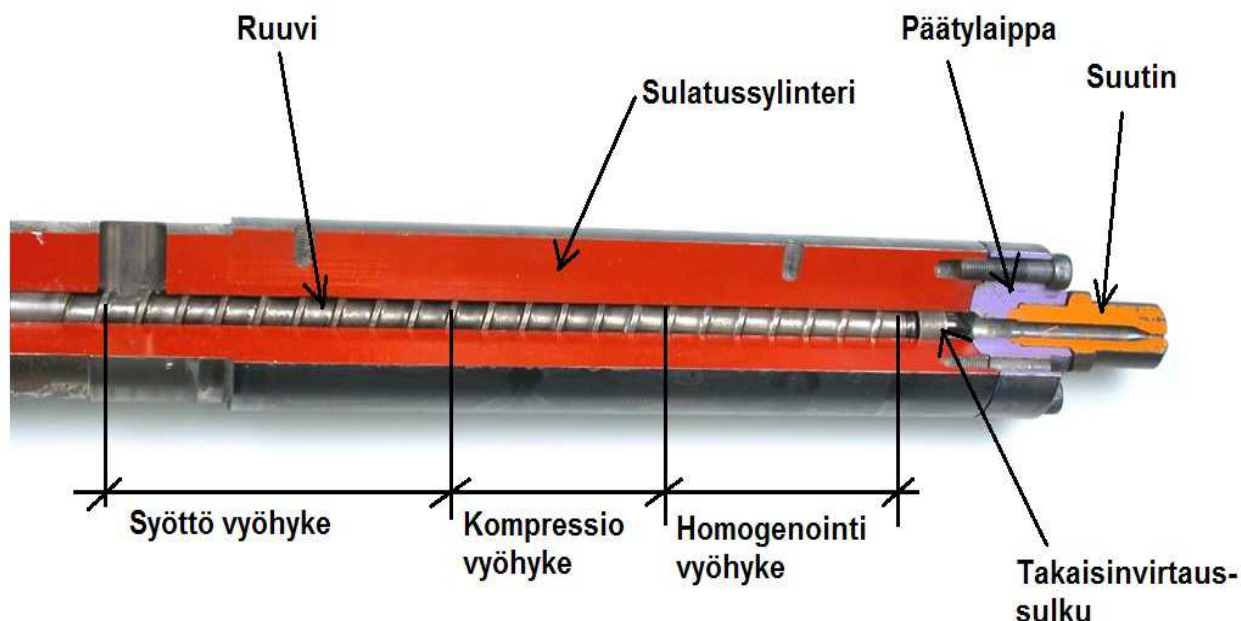
3.2.7 Ruiskuvalukoneen työkierto

Ruiskuvalujakso jakautuu yleensä kahdeksaan osaan ja ne tapahtuvat peräkkäin tai osittain päällekkäin. Ruiskuvalujakson osat ovat muotin sulkua, ruiskutus, annostus, jäähdytys, muotin avaus ja ulostyöntö sekä puristeen poistoaika. Muotin sulkemiseen käytetään alussa nopeaa liikettä ja loppua kohden hidastuvaa liikettä. Muotinsuojapainetta käytetään yleisesti suojaamaan muottia rikkoutumiselta, mikäli muotin väliin on jäänyt muovikappale. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

Ruiskutus voi alkaa muotin sulkemisen jälkeen. Nykyään pidetään ruiskutusyksikön suutin kiinni muotissa liikkeiden vähentämisen ja jaksonajan lyhentämiseksi. Kuumakanavalla varustetuissa muoteissa ei yleensä irroteta ruiskutusyksikön suutinta muotista työkierron aikana. Ruiskutusajalla vaikutetaan muovikappaleen pinnanlaatuun ja jälkipaineella puristetaan imut pois. Ruiskutuksella täytetään muovikappaleen tilavuudesta noin 98 % ja se tapahtuu noin 0.2 sekunnista muutamaan sekuntiin riippuen muovikappaleen tilavuudesta. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

Ruiskutuksen jälkeen alkaa jälkipaine, jolloin massaruuvi työntää muovimassa hitaasti muottiin täyttäen lopun tilan muotista ja kompensoi muovin kutistumaa muotissa. Yleensä muovikappaleessa olevat imut saadaan pois jälkipaineella painamalla. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

Jälkipaineen suuruus on yleensä 500 – 1200 bar, mutta jossain erikoiskohteissa voi olla jopa 2200bar. Jälkipaineaika on riippuvainen muovikappaleen seinämän vahvuudesta ja on pituudeltaan kymmenesosa sekunneista jopa kymmeneen sekuntiin jos paksut seinämät. (Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999.)

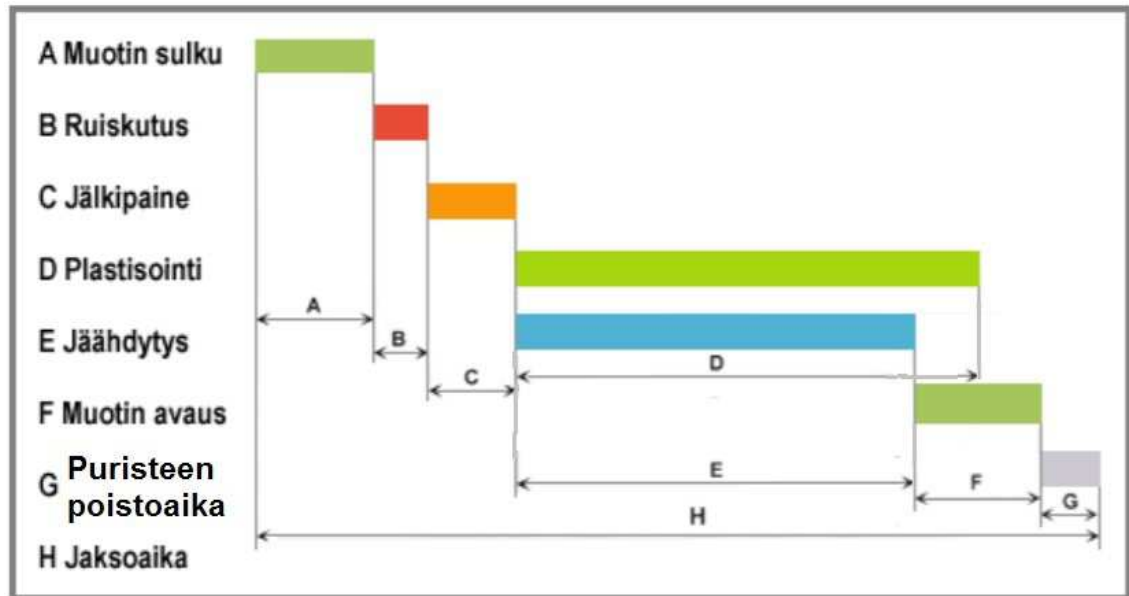


Kuva 8. Ruiskuvalukoneen sulatussyylinteri halkaistuna. (Kuva: PERLOS 1996.)

Jälkipaineen jälkeen alkaa jäähdytysaika ja annostus. Jäähdytysaika on lyhyimmillään sekunnin luokkaa ja pisimmillään minutteja riippuen muovi raaka-aineesta, seinämävahvuudesta, muotin jäähdytyksestä ja muovikappaleen laatuvaatimuksista. Annostuksessa ruiskuvalukoneen sulatussyylinteri sulattaa muovia seuraavaksi puristettavaa muovikappaletta varten. (Järvelä, Syrjäla & Vastela 1999.)

Muovikappaleen jäähdyttyä tarpeeksi avataan muotti. Joissakin tapauksissa muotissa on ulkopuolisella voimalla liikuteltavat keernat ja ne pitää liikuttaa ennen muotin avaamista tai ulostyöntöä. (Järvelä, Syrjäla & Vastela 1999.)

Täyssähköisellä ruiskuvalukoneella pystyy ajamaan yhdenaikaisia liikkeitä esim. annostus ja ulostyöntö voi tapahtua muotin avauksen aikana, joka lyhentää jaksoaika. Puristeen poistoaikana robotti ottaa muovikappaleet muotista tai ne tippuvat alla olevalle hihnalle ja uusi työkierto voi alkaa. (Sumitomo Demag 2015.)

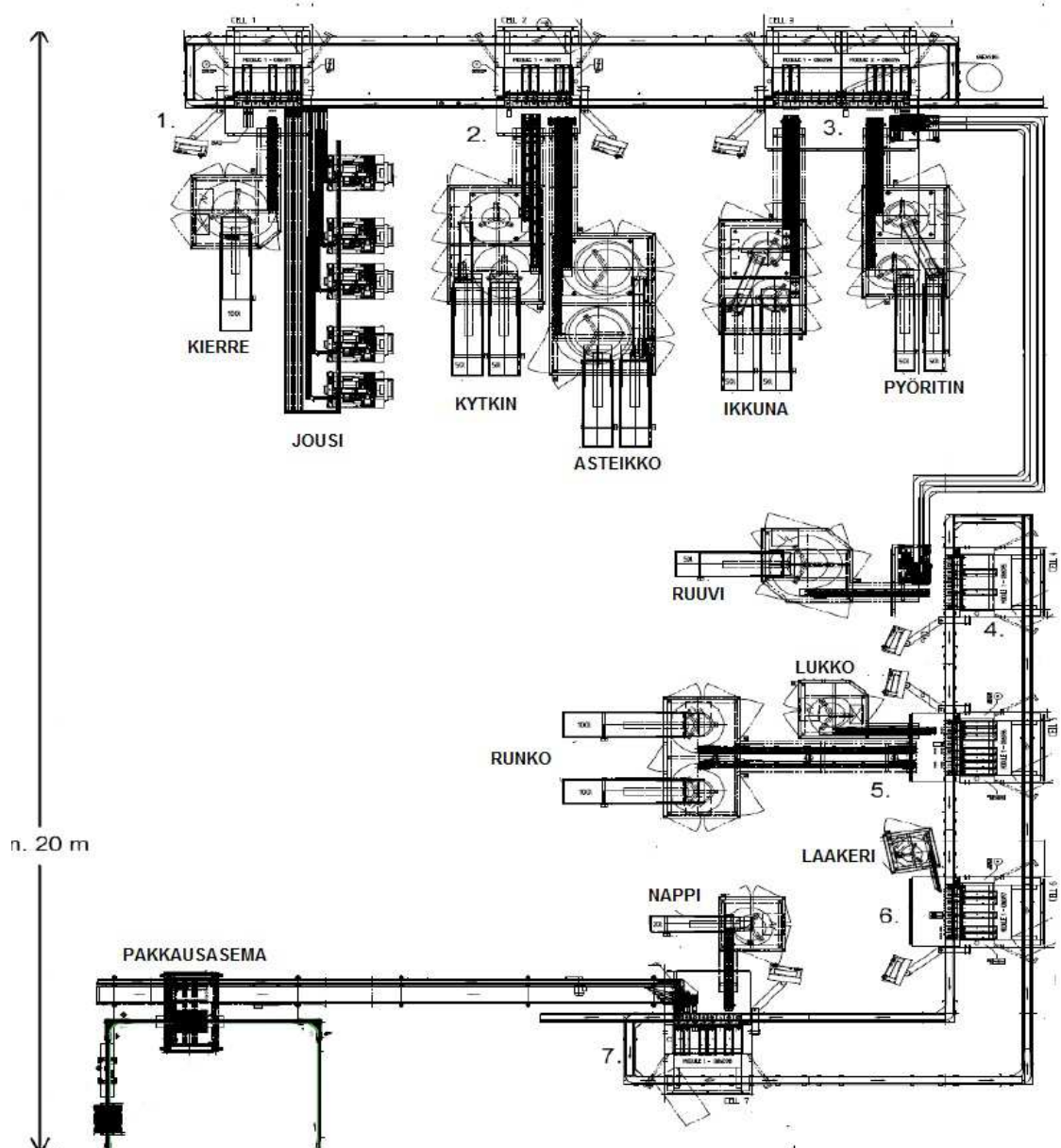


Kuva 9. Ruiskuvalukoneen jaksoajan jakautuminen. (Kuva: Järvelä, Syrjälä & Vastela 1999. Muokattu.)

3.3 Kokoonpanoprosessi

Kuviosta 4 nähdään kokoonpanolinjan pohjapiirros. Pohjapiirroksista käy ilmi linjan koko ja muoto, sekä kokoonpantavien osien nimet. Linja koostuu seitsemästä itsenäisestä solusta sekä pakkausasemasta. Tavallisesti yhdessä solussa liitetään toisiinsa kaksi tai kolme osaa. Valmis osakokoonpano siirretään seuraavaan soluun paletilla hihnakuuljetinta myöten. Kokoonpanoprosessi alkaa solusta 1 Kierre osan syötöllä, jonka jälkeen lisätään Jousi. Tämän jälkeen kokoonpano siirtyy solulle 2, missä kokoonpano jatkuu Kytkimen asennuksella. Näin prosessi etenee seitsemän solun läpi pakkausasemalle, jossa kokoonpano siirretään pakkausalustalle. Kun pakkausalusta on täynnä, se siirtyy automaattisesti lähettämöön, jossa robotti pakkaa alustat lavalle.

(Maaranen 2012.)



Kuvio 4. Kokoonpanolinjan pohjapiirros (Mikron Assembly Technology 2008. Muokattu.)

4 Henkilöstökysely

4.1 Haastattelu

Tuotantoon liittyvän haastattelun onnistuminen edellyttää, että haastattelija osaa ottaa huomioon vastaajien ajan, kiinnostuksen aiheeseen ja vastaajien

työnkuvan liittymisen haastateltavaan aiheeseen. Henkilöstökyselyä suunnitlessa on ratkaistava mitä varten henkilöstökysely tehdään ja mitä sillä halutaan saavuttaa. Kysymysten kohdistuksen ja muotoilun voi tehdä sitten, kun tavoite on selvillä.

Kyselylomakkeen suunnittelussa huomioitavien seikkoja ovat lomakkeen laajuus ja ulkoasu. Ylipitkä lomake huonontaa vastausprosenttia ja voi siten pilata hyvän aineiston.

(KvantiMOTV 2015.)

4.2 Puolistrukturoitu haastattelumenetelmä

Käytin haastatteluissa puolistrukturoitua haastattelumenetelmää eli teemahaastattelua, joka on useimmin käytetty haastattelumenetelmä. Menetelmässä haastatteli valitsee käsiteltävät teemat ja on laatinut kysymykset valmiiksi. Teemahaastattelua on hyvä käyttää silloin kun tutkittavaa asiaa ei tunneta hyvin, eikä tutkimusasetelmaa ole tarkasti määritetty, vaan sitä täsmennetään tutkimuksen edetessä. Haastatteli esittää pääasiassa avoimia kysymyksiä, joihin ei ole valmiita vastausvaihtoehtoja. Teemahaastattelu antaa joustavuutta haastattelijalle, vastaajalle ja tutkijoille. Aineiston käsittelyyn käytettävä työmäärä on suuri johtuen avoimista vastauksista. (OK-opintokeskus 2015, Tilastokeskus 2015.)

4.3 Henkilöstökyselyn tulokset

Henkilöstökyselyyn oli palautettu 11 kappaletta lähes kokonaan täytettyjä kyselylomakkeita vuoden 2015 helmikuun loppuun mennessä, (henkilöstökyselylomake, liite 2). Vastaajien kokonaismäärää ei tiedetä koska on aiheellista olettaa, että on tehty ryhmätyötä vastauksia annettaessa, eli useampi henkilö on antanut vastaukset yhdellä kyselylomakkeella. Kysymyksiä oli kuusi kappaletta ja niihin kaikkiin oli vastattu selvästi ja epäilemättä kaikista vastauksista sai asiasällön selville.

4.4 Suurimmat hävikin syyt

Suurimpana hävikin syynä henkilöstötutkimuksen mukaan ovat Cpk-mittojen ylitykset. Cpk-mittojen ylityksestä tulee mittaussosastolta tieto ja yleensä ruiskuvalukoneella on ehditty valmistamaan paljon kappaleita jotka joudutaan ottamaan erilleen tuotannosta.

Seuraavaksi suurimpana on mainittu vesiletkuista johtuvat vesivuodot ja hankautuvat irtopartikkelit. Vesivuotojen korjaukseen kuluu vaikeimmilla muoteilla paljon aikaa. Muovikappaleita joudutaan yleensä romuttamaan vesivuodon yhteydessä jonkin verran josta tulee lisätyötä.

Kolmanneksi suurimpana pidetään seisokeista ja vuorojärjestelmästä johtuvaa hävikkiä. Ruiskuvalukoneisiin joutuu tekemään raaka-aineen vaihtoja seisokin ajaksi, mikä tarkoittaa sitä, että ruiskuvalukoneita pitää alkaa pysäyttelemään paljon aikaisemmin ennen työvuoron loppumista. Seisokin jälkeinen käynnistäminen on työlästä, raaka-aineet pitää vaihtaa raaka-aine putkista ja syöttösuppilosta ennen käynnistystä. Koneen käynnistyksen jälkeen saattaa joutua ajamaan vaaleita muovikappaleita romutukseen pitkiäkin aikoja mustien pisteiden takia. POM-muovi on erityisen herkkä mustille pisteille, ja joskus vaatii ruiskuvalukoneen sulatussylinderin mekaanista puhdistamista ennen kuin muovikappaleet ovat laadukkaita.

Vuorojärjestelyillä on kerrottu olevan vaikutusta työmotivaatioon, joka saattaa lisätä jonkin verran hävikkiä omalta osaltaan. Tässä opinnäytetyössä ei paneuduta korjaamaan vuorojärjestelyjä tai koneiden seisokkeja, mutta ne on mainittu jo ja ovat potentiaalinen aihe jatkotutkimukselle.

Neljäntenä mainitaan se, että kappaleita tippuu koneilta lattialle. Lattialle tippuvat kappaleet ovat turhinta hävikkiä ja helposti estettävissä.

Pienempinä syinä on mainittu robotin tarttujan kolhimat kappaleet, pesien tukkeutuminen, vajoaus, puhdistuksista johtuva hävikki ja viimeisimpänä, että ajetaan romutuslaatikkoon liian pitkään. Yksittäisinä syinä oli mainittu tuotevaihdot,

mittakappaleiden keräys, raaka-aineen vaihto, tuppi- kappaleen ilmanpoistot ja toistuvat muottirikot.

Taulukko 2, Henkilöstökysely tulokset, hävikin syyt



4.5 Poikkemaraorttien käsittely

Poikkeamaraporttien käsittelyn vastauksissa tulee selville, että samat virheet toistuvat usein. Korjaavia toimenpiteitä kyllä on, mutta korjaukset tapahtuvat hitaasti tai eivät ollenkaan. Mielikuvana on, että yritetään parantaa mutta hommat jää jostain syystä kesken, ja tämäkin kysely auttaa vain hetkeksi.

4.6 Kehityskohteet ruiskuvaluosastolla

Huomattavana kehityskohteena ruiskuvaluosastolla nähtiin koneiden suojien parantaminen muovikappaleiden lattialle tippumisen ehkäisemiseksi. Muotin vesiletkujen pikanippojen tiiveys ja parempi muotin vesiletkujen asennustyö on huomattu ja on hyvä kehityskohde. Ulostyönnön hienosäätö muotissa tai ruiskuvalukoneessa vaikuttaa myös muovikappaleiden lattialle tippumiseen, koska joskus säätämätön ulostyöntö heittää paljon kappaleita ohi konesuojien. Laatikonvaihtohäiriöt johtuvat yleensä laatikon siirtokoneistossa jumittavasta ja jos-

kus hinnalla laahaavasta muovikappaleesta. Erittäin huomionarvoinen on viimeisenä oleva kehityskohde eli muovikappaleet pitäisi tarkastaa ruiskuvalukoneella häiriön tms. jälkeisen käynnistyksen yhteydessä kriittisiltä ominaisuuksiltaan.

Taulukko 3, Kehityskohteet ruiskuvaluosastolla



4.7 Ruiskuvalettujen muovikappaleiden laadun määrittäminen

Vastaukset olivat jakautuneet tässä kysymyksessä kahteen osaan, niihin jotka ovat tyytyväisiä tai tyytymättömiä olemassa oleviin ohjeisiin. Puolet henkilöstöstä on ollut sitä mieltä, että olemassa olevat tarkastusohjeet ja välineet laadun varmistamiseen ovat hyvät ja selkeät.

Tyytymättömyyttä aiheuttavat hieman epäselvät tarkastusohjeet ja selkeän rajan määrittämisen vaikeus muovikappaleen laadulle. Joskus voi olla vaikea määrittää se onko muovikappaleiden laatu tarkastusohjeen mukaista.

4.8 Tuotannon hävikistä tiedottaminen

Tuotantoon ei tule tietoa tuotannon hävikin määrästä ja ei sitä ole mitattu aikaisemmin. Omasta vuorosta näkee hävikin määrän, mutta kokonaisuuden hahmottaminen on vaikeaa. Hävikistä tiedottaminen vaatii kehittämistä, jotta henkilöstö tietää missä mennään.

5 Poikkeamaraporttien 2014 hävikin syyt

5.1 Poikkeamaraportit

Poikkeamaraportti tehdään kaikista laatupoikkeamista ja ne tallennetaan yrityksen tietokantaan. Kävin läpi kaikki vuoden 2014 ruiskuvaluun liittyvät poikkeamaraportit ja sain ne jaettua kymmeneen eri virhelajiin.

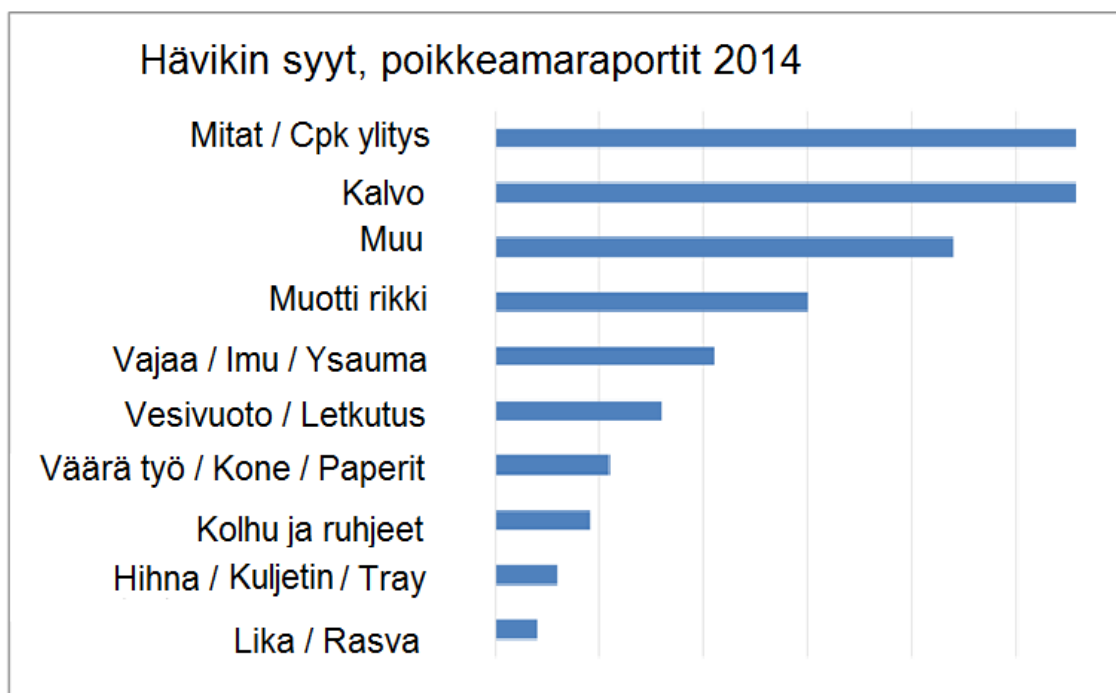
5.2 Hävikin syyt 2014

Muovikappaleiden mittavirheet ja Cpk-arvon alitukset olivat suurimmat syyt hävikkiin vuonna 2014. Erilaiset kalvot muovikappaleissa oli toiseksi suurin hävikin aiheuttaja. Muu syy on kolmanneksi suurin ja tähän on kasattu sellaisia syitä, jotka ei liity muovikappaleisiin tai virheet olivat yksittäisiä.

Neljänneksi suurin hävikin aiheuttaja on muottirikot, jotka yleensä ovat muovikappaleiden laatuun vaikuttavia ja pysäyttävät tuotannon. Viidentenä ovat muovikappaleiden virheet: vajoaus, imujäljet ja yhtymäsaumat. Kuudentena ovat muotin vesivuodot ja niiden asennusvirheet.

Viimeisellä neljällä virhelajilla on pieni vaikutus hävikkiin. Niitä ovat virheet paperityössä, kolhut ja ruhjeet, kappaleen käsittely tarjottimella sekä viimeisenä öljy tai lika muovikappaleissa.

Taulukko 4, Hävikin syyt, poikkeamaraportit 2014



6 Hävikin syiden pohdinta

6.1 Hävikin syyt yhdistetty

Poikkeamaraporteista ja henkilöstökyselystä yhdessä saa hyvin selville ruiskuvaluosaston hävikin syyt, mutta hävikin määrää tai rahallista arvoa ei pystynyt tutkimuksesta mittaamaan.

Suurimpana syynä ovat muovikappaleiden mittojen tai Cpk-arvon ylitykset molemmissa tutkimuksissa ja tähän pitää paneutua ehkäisevissä toimenpiteissä.

Poikkeamaraporteissa toiseksi suurin hävikin syy on kalvot muovikappaleissa, ja henkilöstökyselyssä se mainitaan kehityskohteissa, mutta ei hävikin syynä. Tämä voi johtua siitä, että kalvoja on aina ollut muovikappaleissa ja sitä ei pidetty kovin suurena ongelmana.

Henkilöstökyselyssä mainitaan toiseksi suurimpana vuotavat muotin vesiletkut ja niistä johtuva muovikappaleiden likaantuminen. Poikkeamaraporteissa muotin vesiletkut on kuudenneksi suurin hävikin aiheuttaja.

Neljäntenä suurimpana on henkilöstökyselyssä mainittu kappaleiden tippuminen lattialle ja poikkeamaraporteissa on mainittu hihnakuljettimien aiheuttamat ongelmat.

Viidenneksi suurimmaksi tulevat kolhut ja ruhjeet yhteensä, jotka ovat aiheutuneet robotista ja kuljetin hihnasta. Suhteessa muihin hävikin aiheuttajiin näitä on vähän ja vaikeaa etsiä korjaavia toimenpiteitä.

6.2 Yhteenveto hävikin syistä

Henkilöstökyselyä ja poikkeamaraporteista tulevat hävikin syyt yhdessä antaa riittävän hyvän kuvan suurimmista hävikin syistä mihin kannattaa paneutua. Taulukossa 6 on yhdistetty henkilöstökyselyn ja poikkeamaraporteista saadut viisi suurinta hävikin syytä. Taulukoiden yhdistäminen on tehty palkkien pituudet huomioon ottaen hävikin syyt poikkeamaraporteista ja henkilöstökyselystä. Todellisia arvoja tähän taulukkoon on mahdotonta määrittää koska esim. kappaleet lattialla hävikkiin on ollut mahdotonta mitata hävikin määrää.

Taulukko 6. Hävikin syyt, yhdistetty.



7 Hävikin syiden selvitys ja ehkäisevät toimenpiteet

7.1 Viisi suurinta hävikkiä

Selvitetään viiden suurimman hävikin syyn juurisyitä ja yritetään löytää niille korjaavat toimenpiteet. Muutoksen ja korjaavien toimenpiteiden tekeminen ruiskuvalutuotannossa on kohtalaisen hidasta, johtuen lääketeollisuuden vaatimuksista muutosten validointi prosessista ja dokumentoinnista.

Lääkeannostelijan laatupoikkeamissa ei voida korjata muovikappaleita tai kokoonpanoa. Laatupoikkeaman tapahtuessa toimenpiteenä on muovikappaleiden tai kokoonpanon romutus. Romutettavat kappalemäärät saattavat olla hyvinkin suuria johtuen ruiskuvalumuotin suuresta tuotantokapasiteetista, ja toisinaan laaturvirheen vaikeasta tai myöhäisestä havaitsemisesta.

Korjaavalla toimenpiteellä tarkoitetaan poikkeaman aiheuttaman tilanteen korjaamista niin, että asiakkaan saama tuote tai yrityksen toiminnan laatu säilyy poikkeamista huolimatta mahdollisimman laadukkaana. (sisäsavonseutuyhtymä. 2015.)

Ehkäisevillä toimenpiteillä pyritään virheiden ennalta ehkäisyyn ja välttämään laatupoikkeamat tuotannossa. Viikoittaista seurantapalaveria alettiin järjestämään tammikuusta 2015 alkaen hävikin pienentämiseksi ja ehkäisevien toimenpiteiden löytämiseksi. Ehkäisevät toimenpiteet ovat syntyneet seurantapalavereissa keskustelun ja aikaisemman kokemuksen perusteella.

7.2 Mitat/Cpk-ylitys

Muovikappaleiden mittoihin/Cpk-ylityksiin voi vaikuttaa ruiskuvalukoneen ja apulaitteiden kunto. Ruiskuvalukoneen käynnin tasaisuus on tärkeää, jos halutaan valmistaa laadukkaita muovikappaleita.

Ruiskuvalukoneissa on itsessään valvonnat tärkeimmille toteutuneille arvoille kuten: ruiskutusaika, massatyynyn mitta, ruiskutuspaine, sylinterin lämpötila ja muotin lämpötila. Seurasin noin kahden kuukauden ajan ruiskuvalukoneiden käyntiä, ja olen vakuuttunut käynnin tasaisuudesta joten epätasaisesta käynnistä johtuvia mittapoikkeamia ei ole. Tuotannon aikaisia ajoparametri muutoksia ei myöskään ole joka voisi aiheuttaa mittapoikkeamia.

Muovikappaleen mittoihin eniten vaikuttavia tekijöitä ovat jälkipainetaso, jälkipaineaika, muottilämpötila ja muovimassan lämpötila. Edellä mainituista kaikki muut ovat hyvin valvottuina ruiskuvalukoneessa lukuun ottamatta muotin todellista lämpötilaa. Todellisen muottilämpötilan seuraaminen muotin eri osissa voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta. Muotin temperointilaitteiden vesikierron on yleensä jaettuna rinnan kytkentänä useammaksi erilliseksi kierroksi muotissa.

Suurimpana syynä mittojen/Cpk-ylityksiin oletettiin olevan ruiskuvalumuotin lämpötila poikkeamat. Koeajajilta saadun tiedon mukaan muotin temperointilaitteen vaihtaminen ja vesikiertojen kytkennän tarkastus on riittänyt monestikin korjaamaan mittaongelmat.

Ehkäisevät toimenpiteet mitat/Cpk-ylitys

- vesikiertokaavioiden selventäminen vesikiertojen kytkennän osalta.
- muotin temperointilaitteiden käytönaikainen kapasiteetin valvonta erillisten painemittareiden avulla.

7.2.1 Raaka-aine-erän vaihtuminen

Raaka-aineet testataan laboratoriossa ennen kuin ne vapautetaan tuotantoon. Raaka-aine-erän vaihtuminen saattaa joskus aiheuttaa mittapoikkeamia ja siitä johtuvaa hävikkiä. Suurin ongelma on se, että uuden erän käynnistyttyä muovikappaleiden mittaukseen menee useampi tunti aikaa, ja tällä aikaa tehdyt kappaleet joudutaan romuttamaan, jos mittapoikkeamia on tapahtunut. Neljän ensimmäisen kuukauden aikana ei ilmennyt yhtään raaka-aine-erästä johtuvaa mittapoikkeamaa, joten tähän syyhyn ei tehty ehkäiseviä toimenpiteitä.

Ehdotukset ehkäiseväksi toimenpiteiksi

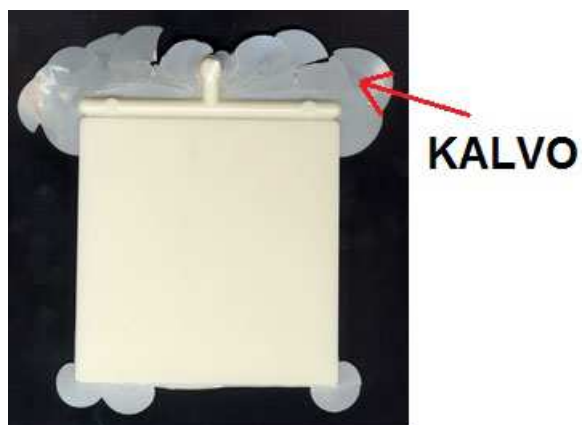
- uuden raaka-aine erän testaaminen tuotannossa ruiskuvalumuotilla ja varmistua muovikappaleiden olevan vaaditussa mitoissa.
- järjestää hydraulinen ruiskuvalukone ja esim. koesauvamuotti jolla voisi ruiskuvalaa uudesta raaka-aine erästä referenssi mallit

7.3 Kalvo

Kalvot muovikappaleissa voivat johtua monesta eri syystä kuten

- ylikuuma muovimassa
- liian suuri ruiskutuspaine
- liian pieni sulkuvoima
- kolhu tai kolo jakotasossa
- raaka-aineen alhainen viskositeetti
- muotin kuluminen

Kuva 11. Kalvo muovikappaleessa. (umgabscojp 2015)



Lääkeannostelijan muovikappaleissa kalvoja on satunnaisesti ja niitä esiintyy useimmin kierre-kappaleessa syöttöaukon läheisyydessä. Ruiskuvaluprosessi

on hyvin hallinnassa joten useimmiten syynä kalvoihin ovat ruiskuvalumuotin kuluminen ja kolhu tai kolo jakotasossa.

Ehkäisevät toimenpiteet kalvoille

- hieno muotinsuojapaineen käyttäminen muotin sulussa
- kameravalvonta muovikappaleiden muotista tippumisen varmistamiseen
- huolellisuutta ruiskuvalukoneen käynnistyksessä, tarkistettava ennen muotin sulkua, että muovia ei ole muotin välissä

7.4 Vesivuodot ja letkut

Ruiskuvalumuotin lämpötilaa säädetään ja tarkkaillaan temperointilaitteella jossa lämmönsiirtonesteinä käytetään vettä. Prosessiveteen on lisätty kemikaaleja korroosion ja bakteerien kasvamisen estämiseksi, joka vaikuttaa veden viskositeettiin ja lämmönjohtavuuteen.

Vesivuodot aiheutuvat lähes kokonaan vuotavista vesiletkujen liittimistä. Ruiskuvalumuotin sisäistä vuotoa voi tapahtua, mutta se on harvinaista ja sitä ei käsitellä. Vesiletkujen liittimet ovat laadukkaita ja tulevat tunnetuilta eurooppalaisilta valmistajilta. Ennakkohuoltoa tai toimintakunnon määrittystä ei tehdä liittimille vaan niitä käytetään niin pitkään kunnes alkavat vuotaa.

Ehkäisevät toimenpiteet vesivuodoille ja letkuille

- vesikiertokaavion uudistaminen 3D malliseksi
- standardoidut vesiletkut kriittisille muoteille
- kerran työvuorossa tapahtuva vesikiertojen tiiveyden tarkastus
(Liite 3. 3D vesikierto kaavio.)

7.5 Kappaleet lattialla

Ruiskuvaletut muovikappaleet poistetaan muotista ja ne tiputetaan kuljetinhihnalle tai robotti poistaa ne muotista. Robotin tarttujissa on yleensä kappaleen tunnistus, joka valvoo muovikappaleiden irtoamisen muotista ja siirtämisen esim. tarjottimelle. Robotin hoitaessa kappaleenkäsittelyä muovikappaleiden tippumista tarttujasta esiintyy harvoin ja sitä ei käsitellä tässä yhteydessä.

Kuljetinhihnaa käytettäessä muovikappaleet tippuvat vapaasti alas tai lentävät hallitsemattomasti ympäriinsä. Hallitsemattoman lennon aikana on suuri riski, että muovikappaleet päätyvät kuljetinhihnan ulkopuolelle ja tippuvat lattialle.

Laatikonvaihtajan ja kuljetinhihnan keskinäisellä paikoituksella on suuri merkitys muovikappaleiden tippumiselle pakkauslaatikkoon.

Ehkäisevät toimenpiteet kappaleet lattialla

- kuljetinhihnojen uudelleen asemointi
- ulostyönnön hienosäätö
- kuljetinhihnan reunoilla olevien kappalesuojien hienosäätö

7.6 Kolhut ja ruhjeet

Muovikappaleet voivat kolhiutua monessa paikassa tuotantoketjun aikana, mutta tässä käsitellään vain robotin tarttujan aiheuttamia kolhuja. Robotin tarttuja tekee kolhut yleensä, kun se ottaa muovikappaleita muotista ulos tai laittaa ne pakkausasemaan.

Ehkäisevät toimenpiteet kolhut / ruhjeet

- robotintarttujan moottoreihin suunniteltu muutos jo aikaisemmin, joka pitäisi korjata tämän ongelman

8 Hävikin seuranta

8.1 Hävikin seurannat kokoonpanossa ja ruiskuvalussa

Kokoonpanossa on jo ennestään hävikin seuranta josta saadaan tarkat lukemat kokoonpanon eri vaiheista. Kokoonpanon hävikkiä voidaan seurata reaaliajassa ja hävikin syntymiseen pystytään vaikuttamaan välittömästi.

Ruiskuvalukoneita seurataan valvomo-ohjelmalla josta saadaan tärkeimmät tiedot tuotannosta kuten jaksoaika, häiriöiden määrä ja käyntiaste. Valvomo-ohjelmasta ei saada tietoa hävikin määristä ja syistä.

8.2 Ruiskuvalukone valmistajien tuotannon tiedonkeruuohjelmat

Tunnetuilla ruiskuvalukone valmistajilla on tarjota tuotannon tiedonkeruuohjelmat joissa on hyvin monipuoliset mahdollisuudet seurata tuotantoa. Tiedonkeruuohjelmalla voi seurata esim. jaksoaikaa, käyntiastetta, häiriöiden lukumäärää, ruiskuvaluparametrien valvontaa ja lämpötiloja.

Tunnetuimpia ruiskuvalutuotannon tiedonkeruuohjelmia ovat

- ARBURG (ASL)
 - ENGEL e-Factory
 - FANUC mold 24i
 - SUMITOMO i-Cube System
- (Arburg, Engel, Fanuc, Sumitomo 2015.)

Ruiskuvalukone valmistajien tiedonkeruuohjelmat eivät ole standardoituja joten ne soveltuvat parhaiten vain oman ruiskuvalukone merkin koneiden seurantaan ja valvontaan. Tiedonkeruuohjelmat saavat toisten valmistajien ruiskuvalukoneista vähän informaatiota kuten jaksoaika ja tietokoneen käynnistä.

Automaattinen hävikin seuranta tiedonkeruuohjelmilla voi olla hankalaa. Muovikappaleiden romutus voi tapahtua useamman päivän päästä valmistuksesta tai seuraavassa prosessissa, joka hankaloittaa hävikin kirjaamista tiedonkeruuohjelmaan.

Viidestä suurimmasta hävikin syystä Cpk-arvo ja muovikappaleen mitat saattaisivat olla havaittavissa jollakin tiedonkeruuohjelmalla. Muut virheet kuten kalvo, kappaleet lattialla, kolhu ja vesiletkujen vuodot ovat lähes mahdotonta valvoa tiedonkeruuohjelmilla.



Kuva 12. Kaavio Sumitomo Demagin tiedonkeruuohjelmasta. (Kuva: Sumitomo Demag 2015.)

8.3 Hävikin seurannan järjestäminen ruiskuvasastolle

Ruiskuvaluosastolla on ollut käytössä useampi vuosi sitten SAP-toiminnanohjausjärjestelmään perustuva hävikin seuranta valmistetuille muoviosille. Painon perustuvaa hävikin seuranta oli kokeiltu lyhyen aikaa. Molemmat hävikin seurantamenetelmät olivat jääneet käytöstä pois vähäisen seurannan vuoksi.

Alettiin miettimään toisenlaista ja tarkempaa hävikin seurantajärjestelmää ruiskuvaluosastolle. Elektroniikkateollisuuden muovikappaleiden valmistuksessa hyvin usein käytetään Excel-taulukkoa johon kirjataan kappaleen tarkkuudella hävikki ja syyt. Päädyttiin kokeilemaan kahden viikon ajan Excel-taulukkoon perustuvaa seurantajärjestelmää. (Liite 4. tuotannon seuranta Excel)

Kahden viikon käytön jälkeen huomattiin, että Excel-taulukko on toimiva hävikin seurantamenetelmä, mutta tietojen kirjaaminen toiminnanohjausjärjestelmään on työlästä. Excel-taulukon käytöstä luovuttiin ja päätettiin ottaa käyttöön SAP-toiminnanohjausjärjestelmässä oleva hävikin seuranta. Seuranta varten tehtiin uudet hävikin syykoodit jotka soveltuvat kokoonpanon- ja ruiskuvalun hävikkiin. (liite 5. syykoodit)

8.3.1 Romutettavien muovikappaleiden painon mittaus

Romutettavat muovikappaleet lajitellaan muoviraaka-aineittain raaka-aine varastossa kierrätystä varten. Kierrätettävät raaka-aineet kootaan lavoille jossa ne punnitaan ja lähetetään kierrätettäväksi. Kierrätettävät muoviraaka-aine lavat painavat 200 – 500kg muoviraaka-aineen tyypistä ja ruiskuvalettujen muovikappaleiden muodosta riippuen. Punnituksen tarkkuus on yhden kilon verran ja punnitukset lasketaan kuukauden ajalta yhteen.

Kuukaudessa valmistettujen muovikappaleiden määrä saadaan SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä. Lääkeannostelijassa on 12 muoviosaa jotka on valmistettu neljästä eri muoviraaka-aineesta. Muovikappaleiden tarkkaa keskinäis-

tä hävikki osuutta ei saada tarkasti laskettua koska esim. POM-muovista valmistettuja osia on lääkeannostelijassa monta kappaletta.

Muoviraaka-aineittain kuukausittainen hävikki saadaan laskemalla valmistettujen muovikappaleiden paino yhteen muoviraaka-aineittain ja vertaamalla sitä romutettujen muovikappaleiden painoon.

Kaava muoviraaka-aineen hävikille

$$\frac{\text{Romutetun muovin paino KG}}{(\text{osa1} * \text{lkm}) + (\text{osa2} * \text{lkm}) + (\text{osa3} * \text{lkm}) + (\text{osa4} * \text{lkm})} * 100 = \text{Hävikki \%}$$

8.4 Kokoonpanolinjojen siivous

Kokoonpanolinjat siivotaan viikoittain ohjeen mukaan, ja siinä tapahtuu kokoonpantavien osien hävikkiä. Hävikkiä syntyy kokoonpanolinjaan kuuluvien kokoonpantavien osien siirtoon kuuluvien syöttölaitteiden ja kokoonpanolinjan tyhjennyksestä. Hävikin määrään vaikuttaa kokoonpanolinjalla olevien kokoonpantavien osien määrä ennen siivousta. Kokoonpanolinjan siivouksen yhteydessä kaikki kokoonpantavat osat siirretään pois ja romutetaan. Hävikin määrään voidaan vaikuttaa ajamalla kokoonpanolinja mahdollisimman tyhjäksi kokoonpantavista osista ennen siivousta.

8.5 Seurantapalaverit hävikin ennalta ehkäisyyn

Hävikin seurantapalavereja alettiin pitämään tammikuun lopussa. Seurantapalavereissa käytiin läpi uudet kehityskohteet ja parannukset viikoittain. Aiheet kehityskohteisiin ja parannuksiin saatiin poikkeamaraporteista, henkilöstökyselystä ja omasta päivittäisestä kehityskohteiden etsimisestä tuotannosta.

Hävikin seurantapalaveriinkin osallistui yleensä tuotantopäällikkö, ruiskuvalun ja kokoonpanon työnjohtajat ja tarpeen vaatiessa tekniset specialistit. Palaverimuiston tein seurantapalavereista, ja se toimi samalla tehtävälistana. Seurantapalavereissa käytiin edellisen viikon tehtävälistaa läpi ja katsottiin miten asiat ovat edenneet. (Liite 6. palaverimuistio)

9 Tulokset

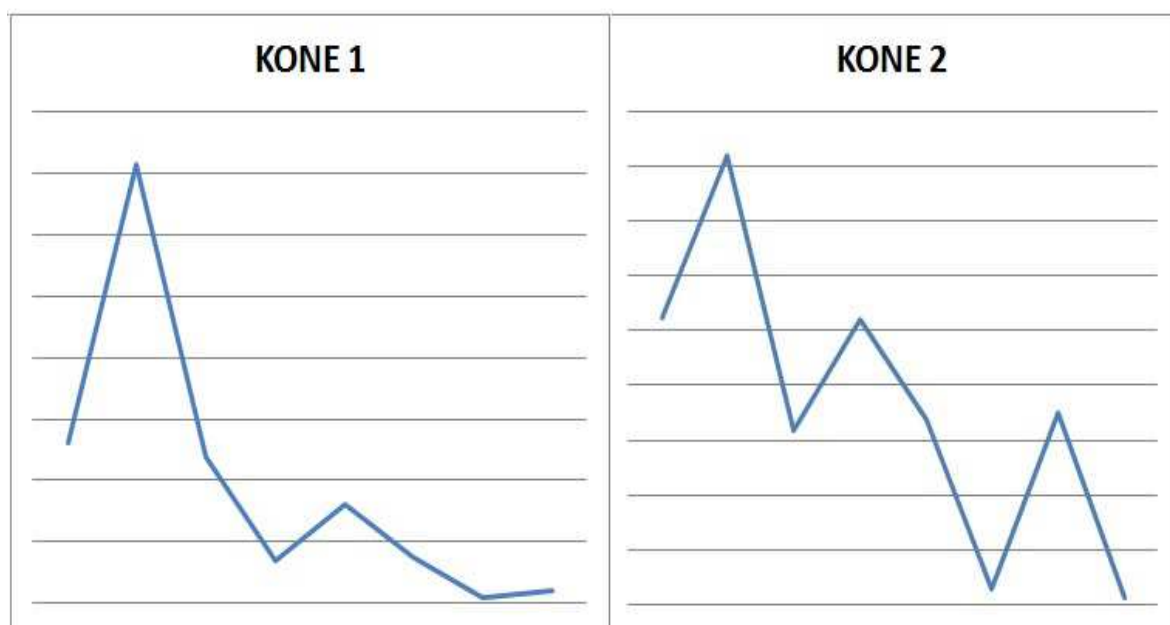
9.1 Kokoonpanolinjojen siivoukset

Kokoonpanolinjojen siivouksen hävikkiä alettiin seuraamaan tammikuun lopussa. Ensimmäisissä siivous hävikin mittauksissa muovikappaleita meni romutukseen paljon. Ongelmaan alettiin etsimään ratkaisua ja kävi selville, että ennakoidulla siivoukset voidaan vaikuttaa hävikin määrään. Ajamalla kokoonpanokoneen syöttölaitteet mahdollisimman tyhjiksi ennen siivouksen aloittamista pienentää siivous hävikkiä.

Maaliskuusta alkaen otettiin kokoonpanossa huomioon ennakointi siivouksessa. Tuloksena on, että kokoonpanolinjojen siivous hävikki pieneni tuntuvasti ja saavutettiin hyväksyttävä taso.

Taulukko 7. kokoonpanolinjojen siivous hävikki

Siivous hävikki tammi- huhtikuu 2015



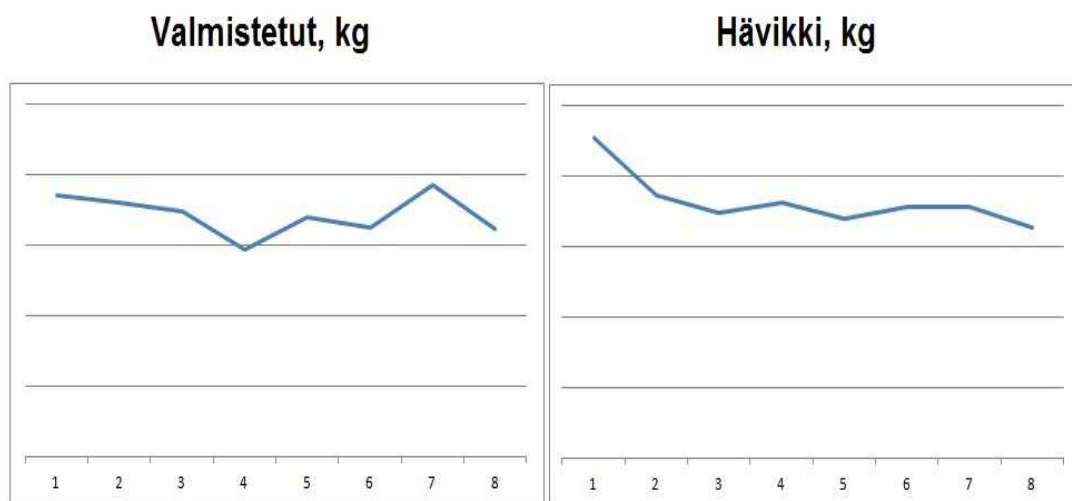
9.2 Ruiskuvalun hävikki

Ruiskuvalun hävikkiä on seurattu mittaamalla romutettujen muovikappaleiden paino raaka-aineittain jaoteltuna raaka-aine varastossa. SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä ei saatu vielä kattavaa ja luotettavaa hävikin syytä joten sitä ei oteta huomioon hävikin määrittelyssä. Hävikin syyt saadaan selville poikkeama-raporteista

Romutettujen muovikappaleiden määrään tarkastelun aloitin syyskuusta 2014 ja lopetin huhtikuun loppuun 2015. Kiloissa mitattuna ruiskuvalun hävikki on pienentynyt mittaus ajanjaksolla kohtalaisesti.

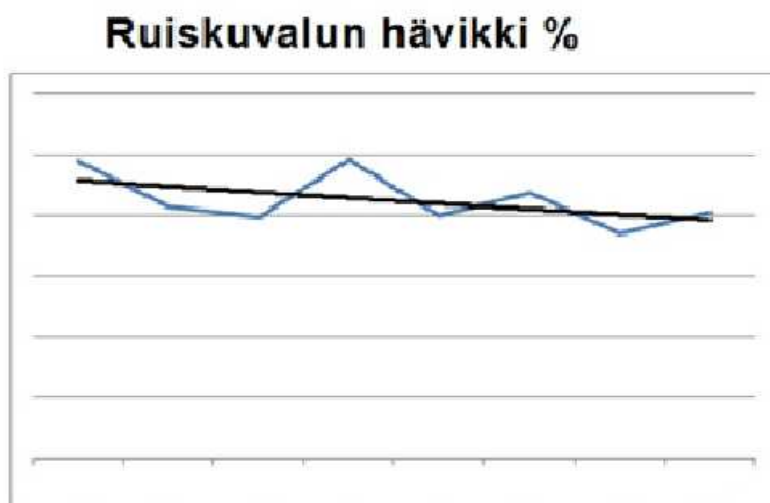
Taulukko 8. Valmistuneiden- ja hävikin paino syyskuu 2014- huhtikuu 2015.

Valmistuneiden ja hävikin paino syyskuu 2014 - huhtikuu 2015



Prosentuaalisesti mitattuna ruiskuvalun hävikin pienenemisestä saa oikeamman kuvan, kun mitataan hävikin painoa valmistettujen muovikappaleiden painoon. Tämä laskentatapa on riittävän luotettava ja se ottaa ruiskuvalussa huomioon kaikki lääkeannostelijan romutetut kappaleet. Trendiviivasta näkee, että hävikin määrä on pienenevä.

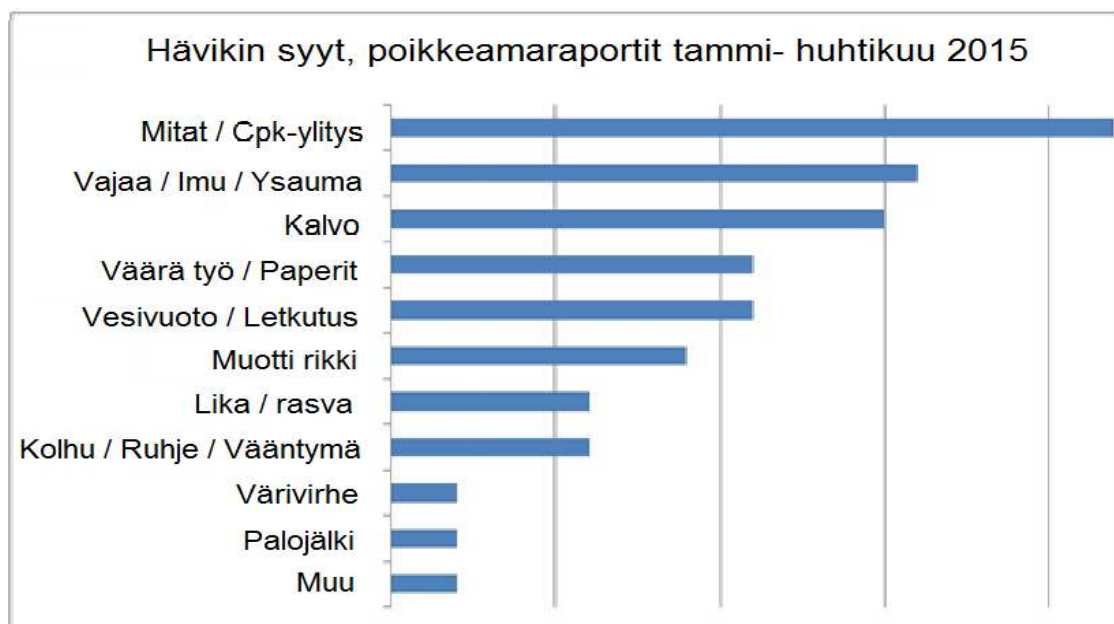
Taulukko 9. Ruiskuvalun hävikki prosentuaalisesti.



9.3 Ruiskuvalun hävikin syyt tammi-huhtikuu 2015

Poikkeamaraporttien perusteella ruiskuvalun hävikin syyt tammikuusta huhtikuuhun ovat samoja kuin vuodelta 2014. Suurin muutos on, että kappaleet lattialla syy on kokonaan poissa, koska on kiinnitetty huomiota muovikappaleiden tippumiseen hinnalle ja kappaleen käsittelyyn yleensä.

Taulukko 10. Hävikin syyt, poikkeamaraportit tammi-huhtikuu 2015



9.4 Pohdintaa ruiskuvalun hävikistä

Ruiskuvalun hävikkiä saatiin pienennettyä jonkin verran mutta suurimpiin ongelmaan ei saatu parannusta aikaan. Suurin hävikin syy mitat/Cpk-ylitys on yksistään todella suuret kustannukset aiheuttava hävikki, johon olisi syytä etsiä ehkäisevät toimenpiteet. Poikkeamaraporteista saa selville, että esim. kierreosalla suurin hävikin syy oli mitat/Cpk-ylitys, ja muilla osilla sitä oli vähemmän. Kierre-osa on toisinaan kriittinen komponentti kokoonpanossa ja on mahdollista, että tämän osan puute voi myöhästyttää kokoonpanoa.

Lääketeollisuuden ruiskuvalussa muovikappaleiden laatuvaatimukset ovat korkeat, ja se asettaa rajoituksia hävikin pienentämiselle. Hävikkiin lasketaan mukaan kaikki romutetut muovikappaleet, myös sarjan aloitus- ja mittakappaleet sekä konehäiriön jälkeen aloituskappaleet. Yhteensä tämä ”pakollinen” hävikki johon ei pystytä vaikuttamaan on noin puolet taulukon 9. hävikistä.

Ruiskuvalussa romutetut muovikappaleet pudotetaan ”kuiluun”, joka on putki lattian läpi raaka-aine varastoon. Romutettuja muovikappaleita ei näe ruiskuvalussa juuri missään ja se antaa kuvan pienestä hävikin määrästä. Ruiskuvalun henkilöstöllä ei ole ollut juurikaan tietoa hävikin suuruudesta ja tarkkaa kuvaa siitä mistä se muodostuu.

10 Parannusehdotuksia

10.1 Lean ja kahdeksan hukkaa

Lean-ajattelun lähtökohtana on poistaa tuotannosta kaikki ylimääräinen ja turha tekeminen. Tuotannon kahdeksan hukkaa ovat: ylituotanto, varastointi, kuljetus, tarpeeton liike, yliprosessointi, odotus, laatuongelmat ja osaamisen vajaakäyttö. Ruiskuvalun hävikkiin vaikuttavat eniten laatuongelmat ja uusin lean-hukka osaamisen vajaakäyttö. (Karjalainen 2015.)

10.2 Laatuongelmat, Toyotan ongelmanratkaisumalli

Toyotan käyttämää ongelmanratkaisumallia voi kutsua käytännölliseksi ongelmanratkaisuksi. Toyotan ongelmanratkaisumalli A3-raportti on kahdeksanvaiheinen prosessi joka perustuu Demingin PDCA-ympyrään. A3-raportin koko on rajattu, koska on pyritty tiivistämään ongelma, ja sen ratkaisu ymmärrettävään kokoon ja selkeyteen. Toyota on kiinnostunut A3-raportin takana olevasta ajattelutavasta ja johtajat haluavat nähdä, että ongelma ja tavoitetila on ymmärretty sekä parannuksia todella tapahtuu. (Karjalainen 2015.)



Kuva 13. Demingin PDCA-ympyrä (Karjalainen 2015.)

Toyotan ongelmanratkaisumallin kahdeksan vaihetta ovat

- Määrittele ongelma suhteessa ihannetilaan
- Jaa ongelma pienemmiksi hallittaviksi osiksi
- Tunnista juurisyyt
- Aseta parannustavoite
- Valitse asianmukainen ratkaisu eri vaihtoehtoista
- Toteuta ratkaisu
- Tarkista vaikutus
- Säädä, standardoi ja levitä

Toyota uskoo tähän ongelmanratkaisumalliin ja se on olennainen osa johtamista. Toyotan ongelmanratkaisumallista voisi olla hyötyä ongelmanratkaisu tilanteissa myös Phillips-Medisizellä Kontiolahdella. (Liite 7. Toyota A3 esimerkki).

Perusajatus Toyotan mallissa on, että ongelmanratkaisija jatkaa prosessin kunnostamista niin kauan kunnes prosessi on todistettavasti vakautunut. Aikaa tähän saattaa mennä kuukausia. (Toyotan tapa lean johtamiseen 2012.)

10.3 Lean kahdeksas hukka, osaamisen vajaa käyttö

Kahdeksantena hukkana on työntekijöiden ideoiden ja luovuuden käyttämättä jättäminen. Työntekijöillä on usein hyviä ideoita ja parannusehdotuksia työskentelyn helpottamiseen ja tehokkuuden lisäämiseen. Työntekijöitä kannattaa kuunnella ongelmanratkaisutilanteissa koska, heillä on paras tietotaito tuotannon tapahtumista. (Ceriffi 2015.)

10.4 Kaizen

Lean-filosofia pyrkii jatkuvaan parantamiseen ja hukan eliminoimiseen, jota toteutetaan Kaizen-menetelmällä. Kaizen voidaan kääntää kahdesta japanin kieli-estä termistä Kai on `muutos` ja Zen on `hyvä`. Kaizenin ydinajatus on, että mikään ei ole täydellistä ja kaikkea voidaan parantaa. Kaizen keskittyy siihen, että muutos ei tapahdu hetkessä vaan se vaatii sitoutumista ja kurinalaista toimintaa koko yritykseltä ylintä johtoa myöten. Kaizen-menetelmän käytöllä jatkuvaan parantamiseen voisi alentaa hävikkiä merkittävästi Phillips-Medisizellä Kontiolahdella. Parannettavia kohteita varmasti löytyy ja olisi hyvä aloittaa vaikka etsimällä ennalta ehkäisevät toimenpiteet suurimmille poikkeamaraporttien juurisyille. (Toyotan tapa lean johtamiseen 2012.)

11 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön aihe oli hävikin seuranta, syiden selvittäminen ja eliminointi. Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja haastava. Haastavuutta lisäsi se, että ruiskuvalusta ei saanut aluksi juuri mitenkään hävikin määrää selville joka hankaloitti nykytilan määrittämistä. Tehtaan tuotantotilat ovat todella siistit ja romutettuja muovikappaleita ei näkynyt tuotantotiloissa. Siitä sai helposti sen kuvan, että hävikkiä syntyy vähän.

Opinnäytetyön edetessä huomasin, että hävikkiä syntyy ja se on mitattavissa alakerran raaka-ainevaraston romutuslavalta. Lääkeannostelijoita valmistetaan miljoonia kuukaudessa, ja yhteen kokoonpanoon kuuluu 12 muovikappaletta. Yhteensä muovikappaleita pitää valmistaa kymmeniä miljoonia kuukaudessa, ja siitä johtuen tarkkaan kappalemääräiseen hävikin määrittelyyn ei ole tarvetta.

Opinnäytetyön tavoitteen asettelu oli hankalaa, koska ruiskuvalun nykytilasta ei ollut selvyyttä, eikä hävikin määrää ei ollut tiedossa. Ruiskuvalutuotannon nykytilan selkeytymiseen meni aikaa kaksi kuukautta jolloin sain tulokset henkilöstökyselystä ja poikkeamaraporteista. Käytin paljon aikaa ruiskuvaluosastolla ongelmien kartoittamiseen. Perusajatus oli Toyotan filosofian mukaan, että ongelmat pitää selvittää kunnolla menemällä ongelmien luokse tuotantoon. Itse havainnoimalla muodostin kuvan tilanteesta ja aloin etsimään ratkaisuja ongelmiin.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin ruiskuvalun hävikki selville ja ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä käyntiin. Kokoonpanon siivous hävikki onnistuttiin pienentämään hyväksyttävälle tasolle. Ruiskuvalu hävikki pieneni jonkin verran tammi-huhtikuussa mutta parempaankin tulokseen olisi ollut mahdollisuus. Yrityksen kannattaisi ehdottomasti jatkaa toimia hävikin pienentämiseksi, siellä on vielä merkittävä säästö saavutettavissa.

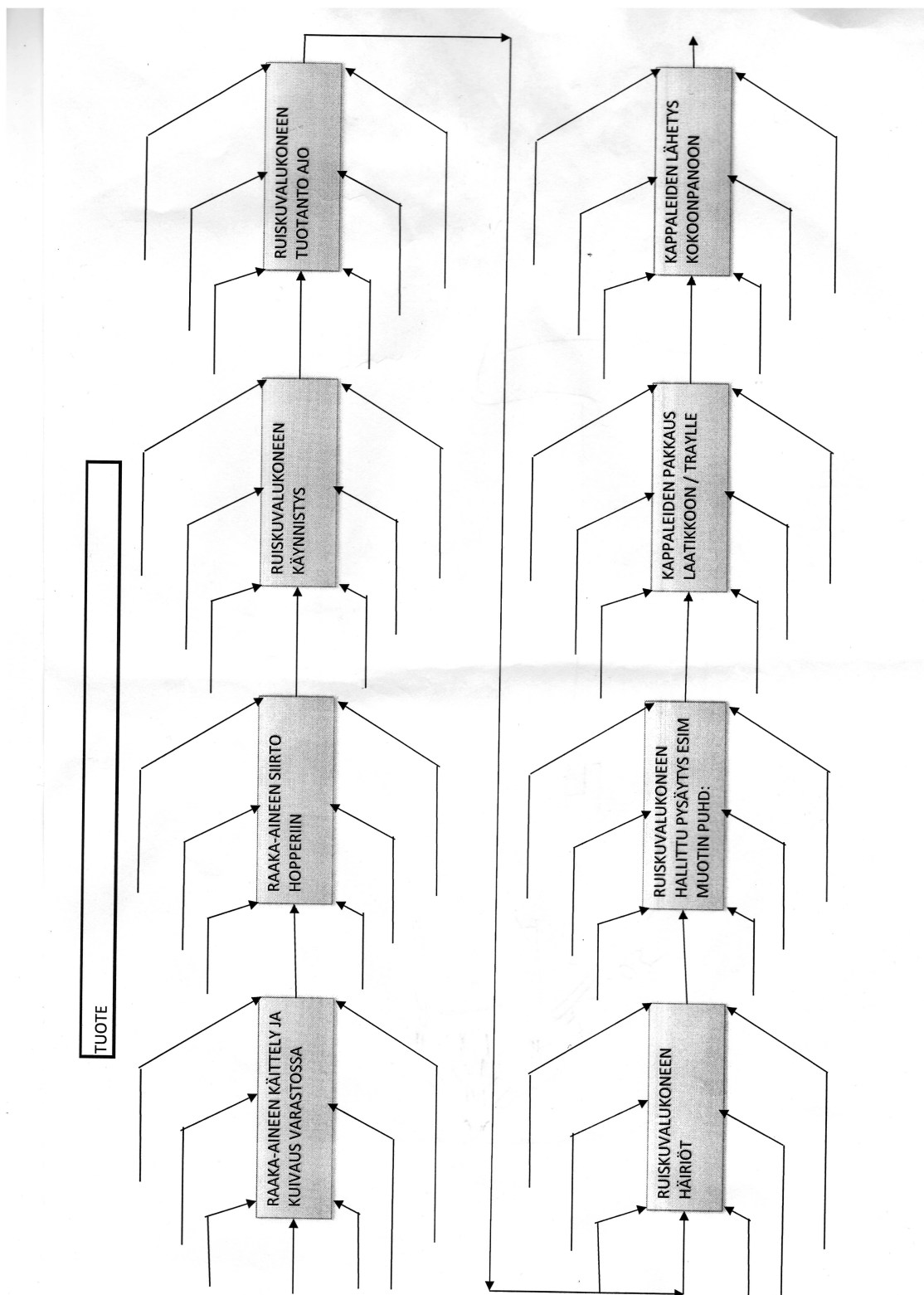
Lopuksi haluan kiittää koko Phillips-Medisizen Kontiolahden henkilöstöä avusta ja tuesta opinnäytetyön tekemiseen.

Lähteet

- ARBURG GmbH + Co KG 2015. Host computer system.
https://www.arburg.com/fileadmin/redaktion/mediathek/prospekte/arb_urg_als_523904_en_gb/_26.4.2015.
- Ceriffi. 2015. Hukan kahdeksan muotoa.
<http://www.ceriffi.fi/palvelut/kahdeksan-hukan-muotoa>. 8.5.2015.
- Eco molding Co., Limited, 2015. China Eco molding.
<http://www.ecomolding.com>. 25.5.2015.
- ENGEL AUSTRIA GmbH 2015. e-factory. Planning & monitoring made easy.
http://www.engelglobal.com/en/at/engel-plus/optimization.html_26.4.2015.
- Fanuc LTD 2001. Molding Plant Quality Information Management System.
http://www.fkc.co.kr/down_pdf/MOLD24i%28E%29.pdf_26.4.2015.
- G.L. Convis, J.K. Liker. 2012. Toyotan tapa lean johtamiseen. Hämeenlinna. Karistonkirjapaino OY.
- Järvelä, P., Syrjälä, K. & Vastela, M. 1999. Ruiskuvalu. Tampere. Plastdata OY.
- KwantiMOTV 2015. Kyselylomakkeen laatiminen.
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kyselylomake/laatiminen.html_16.3.2015.
- Maaranen, J-P. 2012. Täryttävät syöttölaitteet osana kokoonpanolinjaa. Pohjois-karjalan Ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.theseus.fi%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F10024%2F43162%2FMaaranen_Juha-Pekka.pdf%3Fsequence%3D1&ei=l8IFVaboM8W7swH0hoDoCw&usq=AFQjCNFblrKxbnANPM17qKQiEda_a--HTg&bvm=bv.92291466,d.bGg_18.3.2015.
- Micron assembly technology. 2008. Layout C088032,010.
- Niemitalo. V. 2013. Sisä savun seutuyhtymä.
http://www.sisa-savonseutuyhtyma.fi/www/fi/materiaalit_ja_julkaisut/elintarvikekehitys/sisasavonseutuyhtyma-laatujaarjestelmaopas-netti.pdf. 15.4.2015.
- Enplasinc 2015. Nissei NEX all electric machines
<http://www.en-plasinc.com/equipment/nissei/nissei-nex-all-electric-machines/>. 27.5.2015.
- Ok-opintokeskus 2015. Julkaisut/haastattelu.
<http://www.ok-opintokeskus.fi/node/120>. 14.3.2015.
- Paulson training 2015. Paulson training inc.
<http://www.paulsontraining.com/benefits-of-all-electric-injection-molding-machines/>. 26.5.2015.
- Plastics Historical Society. 2011. John Wensley Hyatt.
<http://www.plastiquarian.com/index.php?id=54>. 25.5.2015.
- qk-karjalainen 2010. Ymmärrä Lean ja Six Sigma oikein.
<http://www.qk-karjalainen.fi/files/2313/1183/8382/ymmrleansixsigmaoikein2.pdf>. 8.5.2015.

- Qualityone 2015. Cpk-index. <http://en.quality-one.com/spc/>. 15.3.2015.
- Silvennoinen, M. Perlos. 2001. Basics of injection moulding. Screw and barrel.
Basic Basics of injection moulding in LOM format. 19.3.2015.
- Spacebimbom. Huhtanen S. 2014. Ruiskuvalu.
<http://spacebimbom.com/kategoriat/tiede/ruiskuvalu.php>. 22.3.2015.
- Six sigma material 2015. Process capability index
<http://www.six-sigma-material.com/Cpk.html>. 25.5.2015.
- Statisticalprocescontrol 2015. Capability process index.
<http://www.statisticalprocesscontrol.info/glossary.html>. 15.3.2015.
- Sumitomo Demag 2015. Injection moulding machine.
<http://shipmi.co.in/product-se-duz/>. 28.3.2015.
- Sumitomo Demag 2015. Clamping unit.
<http://www.sumitomo-shi-demag.us/seduzclamping.html>. 29.3.2015.
- Sumitomo Demag 2015. Injection unit. http://www.sumitomo-shi-demag.eu/uploads/tx_braindownloads/100801_pb_se_duz_en_05.pdf
f. 30.3.2015.
- Sumitomo Demag 2015. I cube system.
<http://www.shi.co.jp/plastics/english/products/iii/index.html>.
26.4.2015.
- Sumitomo Demag 2015. Control unit.
<http://www.sumitomo-shi-demag.eu/products/nc5-plus-control-injection-moulding-machines.html>. 31.3.2015.
- Tilastokeskus.2015. Puolistrukturoitu haastattelu.
<https://www.stat.fi/virsta/tkeruu/04/02/> 14.3.2015.
- Umsgabsjp 2015. Moulding defects.
<http://www.umgabs.co.jp/en/trouble/detail/flash.html> 20.4.2015.
- Valuatlas 2015. Ruiskuvalu.
<http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/ruiskuvaluprosessi.pdf>.
22.3.2015.
- Vesikansa,J. Perlos 2003. Parakin perältä pörssiyhtiöksi. Perloksen historia
1953 - 2003. Keuruu. Otavan kirjapaino.

Kalanruotokaavio



Henkilöstökysely lomake

KYSELYLOMAKE TUOTANNON HÄVIKISTÄ / SCRÄPISTÄ

Tämä kyselytutkimus liittyy tiedonkeruuseen opinnäytetyötä varten Karelia AMK:ssa. Opinnäytetyön aihe on tuotannon hävikin/rapin lähteiden selvittäminen ja eliminointi.

Tämä kyselytutkimus on tarkoitettu ruiskuvalun käyttäjille ja asettajille. Vastauksenne on tärkeitä tiedon saamiseksi tuotannosta ja auttaa hukan syiden selville saamista ja korjaamista. Vastaaminen on nimettömänä, joten ei vastaajan nimeä paperiin.

Kyselylomake palautus XX.Tammikuuta mennessä työnjohtajien kopissa olevaan vastaus laatikkoon.

Kiitokset arvokkaista tiedoista ja vastauksista.

Pekka Tanskanen
Opiskelija, AMK

1) Mainitse mielestäsi 3 suurinta hävikin / Scrapin syytä ruiskuvalussa?

2) Poikkeamista tehdään poikkeamaraportti ja siinä on ennalta ehkäisy ja korjaavat toimenpiteet. Mitä mieltä olet, toistuuko samat virheet ruiskuvalussa korjaavista toimenpiteistä huolimatta?

3) Mitä mieltä olet ruiskuvalun koneista ja laitteista, onko niissä mielestäsi korjattavaa / kehitettäviä kohteita joilla voisi pienentää hävikkiä / scräppiä?

4) Mitä mieltä olet ruiskuvaettujen kappaleiden laadun määrityksestä, onko ohjeistus esim. kalvon koolle tai pinnanlaadulle riittävän selvä, jotta pystyy määrittämään onko kappale hyvä tai huono?

5) Saatko tarpeeksi informaatiota päivittäisestä hävikki / scrap tilanteesta ruiskuvalusta ja jos kehitettävää niin mitä/miten pitäisi olla paremmin?

6) Jos jotain jäi kysymättä, tähän voi antaa kommentit, palautteen ja hyvät ideat hävikin pienentämiseen.

The image shows three 3D rectangular prisms, each with numbers and symbols inside. The first prism on the left has numbers 24i, 24o, 25i, 25o, 28i, 28o, 29i, 29o, 33i, 33o, 34i, 34o, 35i, 35o, 36i, 36o, 37i, 37o, 38i, 38o, 39i, 39o, 40i, 40o, 41i, 41o, 32i, 32o, 44i, 44o, and 45i, 45o. The middle prism has numbers 14i, 14o, 15i, 15o, 16i, 16o, 17i, 17o, 18i, 18o, 19i, 19o, 20i, 20o, 21i, 21o, 22i, 22o, 23i, 23o, 24i, 24o, 25i, 25o, 26i, 26o, 27i, 27o, 28i, 28o, 29i, 29o, 30i, 30o, 31i, 31o, 32i, 32o, 33i, 33o, 34i, 34o, 35i, 35o, 36i, 36o, 37i, 37o, 38i, 38o, 39i, 39o, 40i, 40o, 41i, 41o, 42i, 42o, 43i, 43o, 44i, 44o, 45i, 45o, 46i, 46o, 47i, 47o, 48i, 48o, 49i, 49o, 50i, 50o, 51i, 51o, 52i, 52o, 53i, 53o, 54i, 54o, 55i, 55o, 56i, 56o, 57i, 57o, 58i, 58o, 59i, 59o, 60i, 60o, 61i, 61o, 62i, 62o, 63i, 63o, 64i, 64o, 65i, 65o, 66i, 66o, 67i, 67o, 68i, 68o, 69i, 69o, 70i, 70o, 71i, 71o, 72i, 72o, 73i, 73o, 74i, 74o, 75i, 75o, 76i, 76o, 77i, 77o, 78i, 78o, 79i, 79o, 80i, 80o, 81i, 81o, 82i, 82o, 83i, 83o, 84i, 84o, 85i, 85o, 86i, 86o, 87i, 87o, 88i, 88o, 89i, 89o, 90i, 90o, 91i, 91o, 92i, 92o, 93i, 93o, 94i, 94o, 95i, 95o, 96i, 96o, 97i, 97o, 98i, 98o, 99i, 99o, 100i, 100o, 101i, 101o, 102i, 102o, 103i, 103o, 104i, 104o, 105i, 105o, 106i, 106o, 107i, 107o, 108i, 108o, 109i, 109o, 110i, 110o, 111i, 111o, 112i, 112o, 113i, 113o, 114i, 114o, 115i, 115o, 116i, 116o, 117i, 117o, 118i, 118o, 119i, 119o, 120i, 120o, 121i, 121o, 122i, 122o, 123i, 123o, 124i, 124o, 125i, 125o, 126i, 126o, 127i, 127o, 128i, 128o, 129i, 129o, 130i, 130o, 131i, 131o, 132i, 132o, 133i, 133o, 134i, 134o, 135i, 135o, 136i, 136o, 137i, 137o, 138i, 138o, 139i, 139o, 140i, 140o, 141i, 141o, 142i, 142o, 143i, 143o, 144i, 144o, 145i, 145o, 146i, 146o, 147i, 147o, 148i, 148o, 149i, 149o, 150i, 150o, 151i, 151o, 152i, 152o, 153i, 153o, 154i, 154o, 155i, 155o, 156i, 156o, 157i, 157o, 158i, 158o, 159i, 159o, 160i, 160o, 161i, 161o, 162i, 162o, 163i, 163o, 164i, 164o, 165i, 165o, 166i, 166o, 167i, 167o, 168i, 168o, 169i, 169o, 170i, 170o, 171i, 171o, 172i, 172o, 173i, 173o, 174i, 174o, 175i, 175o, 176i, 176o, 177i, 177o, 178i, 178o, 179i, 179o, 180i, 180o, 181i, 181o, 182i, 182o, 183i, 183o, 184i, 184o, 185i, 185o, 186i, 186o, 187i, 187o, 188i, 188o, 189i, 189o, 190i, 190o, 191i, 191o, 192i, 192o, 193i, 193o, 194i, 194o, 195i, 195o, 196i, 196o, 197i, 197o, 198i, 198o, 199i, 199o, 200i, 200o, 201i, 201o, 202i, 202o, 203i, 203o, 204i, 204o, 205i, 205o, 206i, 206o, 207i, 207o, 208i, 208o, 209i, 209o, 210i, 210o, 211i, 211o, 212i, 212o, 213i, 213o, 214i, 214o, 215i, 215o, 216i, 216o, 217i, 217o, 218i, 218o, 219i, 219o, 220i, 220o, 221i, 221o, 222i, 222o, 223i, 223o, 224i, 224o, 225i, 225o, 226i, 226o, 227i, 227o, 228i, 228o, 229i, 229o, 230i, 230o, 231i, 231o, 232i, 232o, 233i, 233o, 234i, 234o, 235i, 235o, 236i, 236o, 237i, 237o, 238i, 238o, 239i, 239o, 240i, 240o, 241i, 241o, 242i, 242o, 243i, 243o, 244i, 244o, 245i, 245o, 246i, 246o, 247i, 247o, 248i, 248o, 249i, 249o, 250i, 250o, 251i, 251o, 252i, 252o, 253i, 253o, 254i, 254o, 255i, 255o, 256i, 256o, 257i, 257o, 258i, 258o, 259i, 259o, 260i, 260o, 261i, 261o, 262i, 262o, 263i, 263o, 264i, 264o, 265i, 265o, 266i, 266o, 267i, 267o, 268i, 268o, 269i, 269o, 270i, 270o, 271i, 271o, 272i, 272o, 273i, 273o, 274i, 274o, 275i, 275o, 276i, 276o, 277i, 277o, 278i, 278o, 279i, 279o, 280i, 280o, 281i, 281o, 282i, 282o, 283i, 283o, 284i, 284o, 285i, 285o, 286i, 286o, 287i, 287o, 288i, 288o, 289i, 289o, 290i, 290o, 291i, 291o, 292i, 292o, 293i, 293o, 294i, 294o, 295i, 295o, 296i, 296o, 297i, 297o, 298i, 298o, 299i, 299o, 300i, 300o, 301i, 301o, 302i, 302o, 303i, 303o, 304i, 304o, 305i, 305o, 306i, 306o, 307i, 307o, 308i, 308o, 309i, 309o, 310i, 310o, 311i, 311o, 312i, 312o, 313i, 313o, 314i, 314o, 315i, 315o, 316i, 316o, 317i, 317o, 318i, 318o, 319i, 319o, 320i, 320o, 321i, 321o, 322i, 322o, 323i, 323o, 324i, 324o, 325i, 325o, 326i, 326o, 327i, 327o, 328i, 328o, 329i, 329o, 330i, 330o, 331i, 331o, 332i, 332o, 333i, 333o, 334i, 334o, 335i, 335o, 336i, 336o, 337i, 337o, 338i, 338o, 339i, 339o, 340i, 340o, 341i, 341o, 342i, 342o, 343i, 343o, 344i, 344o, 345i, 345o, 346i, 346o, 347i, 347o, 348i, 348o, 349i, 349o, 350i, 350o, 351i, 351o

Notes
MUISTA TARKASTAA KEERNOJEN KIERRON VEDET.

Päivämäärä

1111

Aarnu

Ilta

Yö

Aamu

Ilta

 $\gamma_{\bar{O}}$

Aamu

Ilta

Yö

KESKIWIIKKO

3

[illegible]

Syykoodit

0001 Hygiene / Contamination	0001 Flash
0002 Dim Out of Specs	0002 Burn mark
0003 Visual Quality	0003 Oil /Grease
0004 Manner of Action	0004 Water leak
0005 Prod. Conditions	0005 Drop down
0006 Start-Ups	0006 Gate mark
0007 Machine Rejected	0007 Black dot
0008 Broken / Damage	0008 Colour difference
0009 Mould broken	0009 Short shot

Palaverimuistio

Meeting room Pulja, 30.tammikuu 2015

Osallistujat:

Juha-Pekka

Markku K

Pekka M

Pekka T

- SAP scrap keruu käytössä, maanantaina viivakoodit koneille helpottamaan scräppien keruuta, Pekka, Tuomo H.
- Kytkin-osa vääntyneitä, muotin puhdistusta, muistutettu asettajille tehty, Markku
- Vesiletkujen vuotojen tarkastus koneen käynnistyksen ja muotin puhdistuksen yhteydessä, muistutettu asettajille tehty, Markku, koulutus lomakkeen teko.
- Vesikytkennät kierre-osa muoteille, Muottihuolto etsii erilaisia liittimiä estämään kytkentä virheen. Seuraava miitinki 13.2.2015 Pekka vetämässä vesien kehitystä kierte-osalle.
- AI muotinsuojan käyttö koneista, osassa koneissa hieno/ tarkka muotin suojaus OFFilla, Marko J hoitaa 2.1.2015
- Koneen alla oleviin hihnoiniin tarvitaan päivitystä, hihnoiden etu- ja taka osassa olevat läpät kuluneita ja jotkut toimimattomia, Juha Pekka / Risto M
- Hannu / Pekka käy läpi tammikuun scrap datan ja vertaa onko jatkuvan CPK:n mittaaminen tuottanut tulosta, W6 saadaan tietoa.
- Mikko V, Pekka, Keernojen vesikiertojen pillien tarkastus / pituuden määrittäminen, mikä tilanne nyt?
- Koonpano linjojen 1 ja 2 siivous Ti ja To, otetaan siivouksessa heitettävät scrapit ylös.

Seuraava miitinki sama paikka ja aika.

Kiitos.

Pekka Tanskanen

Toyota A3

AIHE	Kierre-osan ruiskuvalumuotin vesikiertojen vuodot ja veden kierron varmistaminen muotissa paine-eron mittauksilla
-------------	---

I. Tausta tiedot - PLAN

Kierre-osan ruiskuvalumuotissa alla olevat vesiletkut vuotavat ja hankautuvat helposti. Muotin temperointilaitteiden käytönaikaista seuranta pumpun vedenkierrätys teholla ei ole tai letkut voi olla rutussa. Nämä kaksi ongelmaa yhdessä on suuri hävikin aiheuttaja.

II. Nykyinen tilanne - PLAN

Vuonna 2014 tämä oli kolmanneksi suurin kierre-osan hävikin syy mitattuna poikkeamaraporttien lukumäärästä mitattuna. Sama ongelma on ollut ruiskuvalutuotannossa koko tämän tuotteen elikaaren ajan. Havaittaessa ongelma on yleensä valmistettu jo suuri määrä muovikappaleita jotka joudutaan romuttamaan. Romutus sitoo työvoimaa ja lopullinen hinta romutettavalle erälle voi olla 1,5 kertaa suurempi kuin romutettujen tuotteiden hinta

III. Tavoitteet - PLAN

Ongelman ratkaisun korjauksien onnistuminen nähdään vähentyneinä tai loppuneina vesivuoto ongelmina. Tulokset näkyvät puuttuvina poikkeamaraportteina.

IV. Juuri syy analyysi - PLAN

Vesiletkut, ruiskuvalumuotin rakenne, ruiskuvalukoneen vapaa tila liikkuvan muotin alla ja hihnakuuljetin yhdessä muodostavat vesiletkuille tilanahtaus ongelman.

5 * Miksi

- | | |
|---|---|
| - Miksi vettä hihnalla | Vesinipat / letkut vuotaa |
| - Miksi vesinipat /letkut vuotaa | Vesinipat / letkut hankautuu toisiinsa ja alkaa vuotamaan |
| - Miksi hankautuvat toisiinsa ja vuotaa | Tilanahtaus / vääränmalliset vesiletkut |
| - Miksi tilanahtaus / vääränmalliset vesiletkut | Vesitukki vääränmallinen ja väärässä paikassa |
| - Miksi Vesitukki vääränmallinen ja väärässä paikassa | Vesitukkia ja vesiletkuja ei ole räätälöity kierre-osan ruiskuvalumuotille sopivaksi. |

Päiväys / Revivointi	Päiväys / Revivointi	Päiväys / Revivointi	Päiväys / Revivointi

Toyota A3

V. Ratkaisuehdotusten kerääminen - PLAN**VI. Toteutus - DO**

- Käytetään kierre-osan tuotantoon B-sarjan konetta jossa 50mm lisää tilaa vesiletkuille koneen leveyssuunnassa
- Levitetään liikkuvanpuolen alla olevaa vesitukkia mahdollisimman leveäksi
- Käytetään ohuempia vesiletkuja, sisähalkaisija 9mm,
- Tehdään räätälöity vesiletkut liikkuvan muotin alapuolelle
- Dokumentoidaan vesiletkujen pituus, paikka, kulkureitti, vesinippojen malli yms.
- Ohjeet ruiskuvalutuotantoon kierre-osan vesiletkutuksesta
- Painemittarit vesitukkeihin meno ja paluu puolelle
- Mahdollisesti lisätä tilaa muotin alapuolelle laskemalla kuljetinta alas ja katsoa voiko keernojen hammastankoa lyhentää

VII. Ratkaisun varmistaminen - CHECK**VIII. Seuranta - ACT**